

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Ciencias Ambientales

**Trabajo de Fin de Carrera previo a la obtención del Título de
Ingeniero Ambiental**

**ELABORACIÓN DE UN MAPA DE RUIDO DEL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO – ZONA NORTE 2**

Autor:

Daniel Fernando Salazar Galarza

Director:

Ing. Katty Coral

Quito – Ecuador

2011

DEDICATORIA

La dedico con mucho cariño a mi familia porque ver la luz reflejada
en sus ojos mientras realizaba este trabajo no se compara con
nada que haya visto en ellos para ellos porque se
lo merecen

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios porque supo poner en mi camino a la persona que con su amor y fuerza de carácter fue la guiar para poder terminar con éxito este trabajo su fortaleza y paciencia me ayudo en su momento a crecer, a madurar y a querer ser mejor, a mi familia por estar para siempre pendiente y a mis maestros a los cuales les debo todo lo aprendido tanto en lo académico como en lo personal sin su guía este trabajo no hubiera sido posible

Dios los bendiga a todos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
Capítulo I. Introducción:	
1.1 ANTECEDENTES.....	11
1.2 OBJETIVOS.....	11
Capítulo II Marco Teórico:	
2.1 CONCEPTOS BASICOS.....	12
2.2 EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD.....	14
2.3 MARCO LEGAL APLICACABLE	
2.3.1 TULAS, LIBRO VI, ANEXO 5.....	16
2.3.2 RUIDOS PRODUCIDOS POR VEHÍCULOS AUTOMOTORES.....	17
2.3.3 ORDENANZA 213.....	18
Capítulo III Marco Metodológico:	
3.1 DISTRIBUCION DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO.....	20
3.2 HORARIO Y DÍAS DE MONITOREO.....	22
3.3 MATERIALES.....	22
3.4 DISTRIBUCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.....	23
3.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES MONITOREADAS.	
3.5.1 Estación MARISCAL	25
3.5.2 Estación HOSPITAL DEL SEGURO SOCIAL.....	25
3.5.3 Estación ALAMEDA.....	26
3.5.4 Estación CENTRO.	26

3.5.5	Estación ELOY ALFARO.	27
3.6	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.	27
3.7	PROCESAMIENTO DE DATOS EN ARCGIS 9 DE ESRI	
3.7.1	Parámetros Cartográficos para la Elaboración del Mapa de Ruido.....	30
3.7.2	VARIABLES Y FACTORES CONSIDERADOS.....	30
3.7.3	Clasificación de Vías según el Volumen de Tráfico Vehicular.....	33
3.7.4	Establecer zonas de calidad acústica.....	34
3.7.5	Desarrollar de base de datos dinámica.	35
3.7.6	Obtención del mapa de ruido.....	36
3.8	MODELOS DE PREDICCIÓN DE RUIDO VEHICULAR	
3.8.1	Modelo de Sánchez.....	39
3.8.2	Modelo de Cortn.....	40
3.9	DATOS.	
3.9.1	Estación Mariscal.....	41
3.9.2	Estación Hospital del Seguro Social.....	44
3.9.3	Estación Alameda.....	47
3.9.4	Estación Centro.....	50
3.9.5	Estación Eloy Alfaro.....	53
Capítulo IV Resultados:		
4.1	RESULTADOS EXPERIMENTALES DE RUIDO	
4.1.1	Estación Mariscal.....	56
4.1.2	Estación IEES.....	57
4.1.3	Estación Alameda.....	57

4.1.4	Estación Centro.....	58
4.1.5	Estación Eloy Alfaro.....	58
4.2	RESULTADOS EXPERIMENTALES CONTEO DE VEHÍCULOS Y VELOCIDADES	
4.2.1	Estación Mariscal.....	59
4.2.2	Estación IESS.....	60
4.2.3	Estación Alameda.....	60
4.2.4	Estación Centro.....	61
4.2.5	Estación Eloy Alfaro.....	61
4.3	MODELOS MATEMÁTICOS DE PREDICCIÓN DE RUIDO VEHICULAR.	
4.3.1	Estación Mariscal.....	62
4.3.2	Estación IESS.....	63
4.3.3	Estación Alameda.....	64
4.3.4	Estación Centro.....	65
4.3.5	Estación Eloy Alfaro.....	66
4.4	CLASIFICACIÓN DE VÍAS SEGÚN VARIABLES CONSIDERADAS Y ASIGNACIÓN DE VALORES DE RUIDO.....	67
4.5	MAPAS DE RUIDO ZONA NORTE 2.....	69
4.5.1	Mañana Zona Norte 2.....	70
4.5.1.1	Estación Parque de los Recuerdos.....	71
4.5.1.2	Estación Intercambiador Carcelén.....	72
4.5.1.3	Estación Carcelén.....	73
4.5.1.4	Estación Condado.....	74

4.5.1.5 Mapa general Mañana.....	75
4.5.2 Zona Norte 2 Tarde.....	76
4.5.2.1 Estación Parque. De Los Recuerdos.....	77
4.5.2.2 Estación Intercambiador Carcelén.....	78
4.5.2.3 Estación Carcelén.....	79
4.5.2.4 Estación Condado.....	80
4.5.2.5 Mapa general Tarde.....	81
4.5.3 Zona Norte 2 Noche.....	82
4.5.3.1 Estación Parque de los Recuerdos.....	83
4.5.3.2 Estación Intercambiador Carcelén.....	84
4.5.3.3 Estación Carcelén.....	85
4.5.3.4 Estación Condado.....	86
4.5.1.5 Mapa General Noche.....	87
4.5.4 Zona Norte 2 Anual.....	88
4.5.4.1 Estación Parque de los Recuerdos.....	89
4.5.4.2 Estación Intercambiador Carcelén.....	90
4.5.4.3 Estación Carcelén.....	91
4.5.4.4 Estación Condado.....	92
4.5.1.5 Mapa General Anual.....	93
Capítulo V Discusión de Resultados:	
5.1 Estación MARISCAL.....	94

5.2 Estación IESS.....	94
5.3 Estación ALAMEDA.....	95
5.4 Estación CENTRO.....	95
5.5 Estación ELOY ALFARO.....	96
Capítulo VI Conclusiones y Recomendaciones:	
6.1 Conclusiones.....	97
6.2 Recomendaciones.....	98
ANEXOS.....	99
BIBLIOGRAFIA.....	108

RESUMEN

El presente trabajo es el último de los estudios iniciados en el año 2009 en la Facultad de Ciencias Ambientales y su objetivo es la realización de un Mapa de Ruido del Distrito Metropolitano de Quito.

Para hacerlo posible se realizó la recolección de datos en nuevos puntos de monitoreo de ruido ambiental de la ciudad, los cuales debían ser obtenidos en los 7 días de la semana en tres periodos: mañana, tarde y noche.

Debido a la dimensión del Distrito Metropolitano de Quito se lo dividió en 5 zonas, correspondiendo el desarrollo de éste trabajo a la Zona Norte 2 de la Ciudad.

Para la recolección de datos en cada estación se tomó un punto cero, del cual partían 4 ejes hacia los puntos cardinales, los mismos que se dividían en cuartiles de 25m, 50m, 75m y 100m.

Una vez obtenidos los datos de campo, se utilizó el programa ArcGis, el cual nos permitió desarrollar los mapas de ruido correspondientes, además de elaborar una metodología para la clasificación de vías de acuerdo a ciertas variables determinadas a lo largo del estudio para la elaboración del mapa de ruido de la red vial del DMQ.

Adicional al mapa de ruido, se aplicó modelos matemáticos de predicción de ruido de tráfico rodado, para los cuales recogió en el campo número de vehículos livianos, pesados y sus respectivas velocidades a las que circulaban por cada punto de muestreo.

PALABRAS CLAVES:

Punto cero

Cuartiles

Ruido Ambiental

Mapa de Ruido

ABSTRACT

The present work is the last of the studies initiated in 2009 at the Faculty of Environmental Sciences and its goal is the realization of a noise map of the Metropolitan District of Quito.

To make this possible was done collecting data on new monitoring points of the city noise, which should be obtained within 7 days of the week into three periods: morning, noon and night.

Due to the size of the Quito Metropolitan District was divided in 5 zones, corresponding to the development of this work to the North Zone 2 of the City.

For data collection at each station took a zero point, which departed 4 axis toward the cardinal points, they were divided into quartiles to de25m, 50m, 75m and 100m.

After obtaining the field data, ArcGIS software was used, which allowed us to develop the corresponding noise maps, as well as develop a methodology for the classification of roads according to certain variables measured throughout the study for the development of noise map of road network in the DMQ.

In addition to the noise map, we applied mathematical models to predict traffic noise, for which collected in field number of light vehicles, heavy vehicles and their circulating speeds at each sampling point.

KEY WORDS:

Ground Zero

Quartiles

Environmental Noise

Noise Map

Capítulo I. INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

La importancia que se le ha venido dando a la contaminación acústica ha aumentado en los últimos años, debido a los diversos problemas que ocasiona, principalmente daños a la salud, pero al ser un contaminante inmaterial, el daño producido a la salud es casi indetectable por lo que se torna de vital importancia la realización de estudios que revelen datos de los niveles de ruido a las cuales la sociedad se encuentra expuesta. Debido a esto, la investigación de la contaminación acústica en los últimos años se ha vuelto un tema de gran interés público. La publicación del libro Ruido como parte de la contaminación ambiental de Quito (Revelo P.1994) es una de las primeras publicaciones que señala al ruido como un serio problema en la contaminación del DMQ, en el año 2007 se publicó el libro “Contaminación Ambiental por Ruido y estrés en el Ecuador” (Burneo. 2007). Tuvieron la iniciativa de concienciar acerca de la problemática ambiental producida por el aumento en la contaminación acústica especialmente en las ciudades grandes del país puntualmente en Quito por su configuración geográfica el tema de Ruido Ambiental ha ido aumentando considerablemente en los últimos años y con ello los daños directos e indirectos relacionados a la exposición de altas concentraciones de ruido.

En el año 2007 la empresa consultora DECIBEL presentó un informe a CORPAIRE sobre 76 puntos monitoreados en todo el DMQ (Izurietta, 2009). En ese mismo año la Universidad Internacional SEK toma la iniciativa de elaborar un mapa de ruido de la ciudad de Quito, para lo cual se determinaron 19 puntos de monitoreo, en el año 2010 se decidió continuar con el estudio para completar el año calendario de toma de muestras de los mismos puntos determinados en el año 2009 y en el año 2011 se amplió el estudio determinando nuevos puntos de monitoreo para finalmente elaborar el Mapa de Ruido del Distrito Metropolitano de Quito.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Elaborar un mapa de ruido del DMQ

1.2.2 Elaborar una base de datos desde el periodo 2009 al periodo 2011.

1.2.3 Diseñar una metodología para la elaboración de un mapa de ruido de la red vial del DMQ.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

El sonido y el Ruido

El Sonido para la Física, *"es una sensación producida en el oído por determinadas oscilaciones de la presión exterior. La sucesión de compresiones y enrarecimientos que provoca la onda acústica al desplazarse por el medio hace que la presión existente fluctúa en torno a su valor de equilibrio; estas variaciones de presión actúan sobre la membrana del oído y provocan en el tímpano vibraciones forzadas de idéntica frecuencia, originando la sensación de sonido"*. (García Sanz & Garrido, 2003)

Por otro lado el ruido se define como el sonido desagradable o no deseado, cualquier alteración no deseada dentro de una banda útil. (Harris, 1995)

Ruido Ambiental

Ruido circundante asociado con un ambiente determinado, en un momento dado, generalmente compuesto del sonido de numerosas fuentes, en muchas direcciones, próximas y lejanas. (Harris, 1995)

Ruido de Tráfico Rodado

Ruido generado por la circulación del transporte terrestre en calles. Es considerado como la principal fuente de la contaminación acústica y el componente más importante del ruido ambiental. (García Sanz & Garrido, 2003)

Nivel de Presión Sonora (NPS)

Es la relación entre la presión sonora experimental y una presión sonora equivalente de 20 micropascales. Dicha relación es medida en decibelios. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2003)

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente

Se representa simbólicamente como "NPS_{eq}" y es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía que el ruido medido. (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2007)

Decibel

Se define como la unidad adimensional que expresa la relación entre cantidades que son proporcionales a la potencia, siendo el número de decibelios diez veces el logaritmo, de base 10 de dicha relación. El símbolo de la unidad es dB. (Harris, 1995)

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq)

También conocido como Leq, es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A [dB(A)], que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total que el ruido medido. (Izurieta, 2009)

Sonómetro

Instrumento utilizado para la medición del nivel de presión sonora, con ponderación de frecuencia y ponderación exponencial del tiempo promedio estandarizadas. (Harris, 1995)

Respuesta Lenta

Respuesta del instrumento de medición (sonómetro), que evalúa la presión medida en un intervalo de segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPS Lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) Lento. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2003)

Ruido de Fondo

Es el ruido total de todas las fuentes distintas al sonido de interés (Harris, 1995). También se puede definir como, aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente objeto de evaluación (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2003).

Ruido Estable

Ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango inferior o igual a 5 dB(A) lento, en un periodo de un minuto. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2003)

Ruido Fluctuante

Ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango superior a 5 dB(A) lento, en un periodo de un minuto. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2003)

Fuente Fija

Se considera como un elemento o conjunto de elementos capaces de producir emisiones de ruido desde un inmueble, ruido que es emitido al exterior, por el aire y/o por el suelo. La fuente fija puede estar bajo la responsabilidad de una persona física o social. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2003)

Difracción de Ruido

El cambio de trayectoria de propagación de las ondas sonoras cuando colisionan con una barrera, dando lugar a que tales ondas se flexionen sobre la parte superior del obstáculo. (Harris, 1995)

2.2 EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD

El ruido es un contaminante que va deteriorando lentamente la calidad de vida de los seres humanos, provocando con ello efectos acumulativos adversos que dependen de la sensibilidad individual de las personas, como: daño auditivo, estrés, pérdida de la concentración, interferencia con el sueño, el deterioro de la salud mental de la población, altera la concentración, la productividad laboral e intelectual, trastornos nerviosos como la ansiedad e irritabilidad, desórdenes digestivos y vasculares, presión arterial elevada, úlceras, ataques cardiacos, embolias en personas susceptibles, interfiere en el aprendizaje y altera los procesos educativos. (Mena, 1991; Berglund et al., 1999)

“Las afecciones auditivas se producen por intensidades iguales o mayores a 85 dBA, mientras que los desórdenes no auditivos pueden producirse con intensidades significativamente menores a 85 dB(A)” (Burneo, 2007, 40)

En general, los efectos de la exposición a altos niveles de ruido que pueden hacer disminuir la capacidad auditiva pueden ocurrir en ambientes laborales, conciertos al aire libre, discotecas, carreras automovilísticas, zonas donde se dispara y por parlantes y audífonos. Debido a la considerable variación de la sensibilidad humana con respecto a los problemas auditivos, la naturaleza peligrosa de un ambiente ruidoso se describe en función del “riesgo del daño”. Esto se define como la probabilidad de una población expuesta al ruido de sufrir de sordera debido al ruido. Este riesgo se considera mínimo en niveles equivalentes de exposición al ruido inferiores de 75 dB(A) durante un período de 8 horas. (OMS, 1999)

“En lo que se refiere a las enfermedades cardiovasculares, la evidencia general indica que existe poca asociación entre la exposición de largo plazo a los ruidos y el aumento de la presión arterial o hipertensión. La evidencia en los efectos psicofisiológicos, como la movilidad gastrointestinal, es menos clara. Se requiere más investigación para estimar los riesgos cardiovasculares y psicofisiológicos de largo plazo causados por el ruido. En vista de los resultados ambiguos, no se puede determinar ningún valor guía para estos efectos críticos. El ruido puede actuar como un estímulo de distracción y afectar el estado psicofisiológico del individuo. Un evento nuevo, como el inicio de un ruido desconocido causará distracción e interferirá en muchos tipos de tareas.” (Izurietta, 2009)

TABLA 2.1 Guía para el ruido urbano de la Organización Mundial de la Salud

Cuadro 1 : Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos

Ambiente Específico	Efecto(s) crítico(s) sobre la salud	L_{Aeq} [dB(A)]	Tiempo [horas]	$L_{max\ fast}$ [dB]
Exteriores	Molestia grave en el día y al anochecer	55	16	-
	Molestia moderada en el día y al anochecer	50	16	-
Interior de la vivienda, dormitorios	Interferencia en la comunicación oral y molestia moderada en el día y al anochecer	35	16	-
	Trastorno del sueño durante la noche	30	8	45
Fuera de los dormitorios	Trastorno del sueño, ventana abierta (valores en exteriores)	45	8	60
Salas de clase e interior de centros preescolares	Interferencia en la comunicación oral, disturbio en el análisis de información y comunicación del mensaje	35	Durante clases	-
Dormitorios de centros preescolares, interiores	Trastorno del sueño	30	Durante el descanso	45
Escuelas, áreas exteriores de juego	Molestia (fuente externa)	55	Durante el juego	-
Hospitales, pabellones, interiores	Trastorno del sueño durante la noche	30	8	40
	Trastorno del sueño durante el día y al anochecer	30	16	-
Hospitales, salas de tratamiento, interiores	Interferencia en el descanso y la recuperación	#1		
Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interiores y exteriores	Deficiencia auditiva	70	24	110
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento	Deficiencia auditiva (patrones: < 5 veces/año)	100	4	110
Discursos públicos, interiores y exteriores	Deficiencia auditiva	85	1	110
Música y otros sonidos a través de audifonos o parlantes	Deficiencia auditiva (valor de campo libre)	85 #4	1	110
Sonidos de impulso de juguetes, fuegos artificiales y armas	Deficiencia auditiva (adultos)	-	-	140 #2
	Deficiencia auditiva (niños)	-	-	120 #2
Exteriores de parques de diversión y áreas de conservación	Interrupción de la tranquilidad	#3		

#1: Lo más bajo posible.

#2: Presión sonora máxima (no LAF, máx) medida a 100 mm del oído.

(OMS, 1999)

2.3 MARCO LEGAL APLICACABLE

2.3.1 TULAS, LIBRO VI, ANEXO 5

Límites Máximos Permisibles De Niveles De Ruido Ambiente Para Fuentes Fijas:

Art. 4.1.1 Niveles máximos permisibles de ruido.-

Art. 4.1.1.1 Los niveles máximos permisibles de presión sonora equivalente (NPS_{eq}) para fuentes fijas emisoras de ruido, no podrán exceder los valores que se fijan en la Tabla 2.5

Art. 4.1.2 De la medición de niveles de ruido producidos por una fuente fija

Art. 4.1.2.1 La medición del ruido en ambiente exterior se realizará utilizando un sonómetro normalizado, previamente calibrado, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow).

Art. 4.1.2.2 El micrófono del sonómetro deberá estar ubicado a una altura entre 1,0 y 1,5 m del suelo, y a una distancia de por lo menos 3 m de las paredes de edificios o estructuras que puedan reflejar el sonido. En caso de existir vientos fuertes, se deberá utilizar una pantalla protectora en el micrófono del instrumento, para que las vibraciones producidas por el mismo no cause alteraciones en las medidas.

Art. 4.1.2.8 De Correcciones Aplicables a los Valores Medidos.- A los valores de $NPSeq$, obtenidos de las mediciones de ruido de las fuentes objeto de evaluación, se aplicará la corrección debido a nivel de ruido de fondo. Para determinar el nivel de ruido de fondo, las mediciones se realizarán con el mismo procedimiento descrito para la fuente fija, con la excepción de que el instrumento apuntará en dirección contraria a la fuente evaluada, o bajo condiciones de ausencia del ruido generado por dicha fuente. Al valor de nivel de presión sonora equivalente de la fuente fija se aplicará el valor mostrado en la Tabla 2:

TABLA 2.3 Corrección por Nivel de Ruido de Fondo

DIFERENCIA ARITMÉTICA ENTRE NPSEQ DE LA FUENTE FIJA Y NPSEQ DE RUIDO DE FONDO (dBA)	CORRECCIÓN
10 ó mayor	0
De 6 a 9	- 1
De 4 a 5	- 2
3	- 3
Menor a 3	Medición nula

Si la diferencia aritmética entre los niveles de presión sonora equivalente de la fuente y de ruido de fondo es menor a 3, será necesario efectuar nuevamente la medición en condiciones de menor ruido de fondo.

2.3.2 Ruidos Producidos Por Vehículos Automotores:

Art. 4.1.4.2 Los niveles máximos permisibles de presión sonora equivalente producido por vehículos, se muestran en la Tabla 2.4

TABLA 2.4 Niveles de Presión Sonora Máximos Para Vehículos

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	NPS MAXIMO (dBA)
Motocicletas:	De hasta 200 centímetros cúbicos.	80
	Entre 200 y 500 c. c.	85
	Mayores a 500 c. c.	86
Vehículos:	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor.	80
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido	81

	el conductor, y peso no mayor a 3,5 toneladas.	
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 toneladas.	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 toneladas, y potencia de motor mayor a 200 HP.	85

2.3.3 ORDENANZA 213

Normas Técnicas:

Disposiciones generales:

Art. 3.1.1.- Las zonas de restricción se establecen con el objetivo de conseguir reducir los niveles sonoros ambientales por debajo de los admisibles, adoptando medidas adecuadas a cada circunstancia. Las medidas a considerarse son:

- a) Prohibir la creación o ampliación de actividades que generen mayor impacto acústico, y limitar el establecimiento de aquellas que podrían contribuir al mayor deterioro de la zona.*
- b) Establecer un régimen de distancias para las actividades de nueva implantación respecto a las existentes, así como limitar sus condiciones de funcionamiento.*
- c) Imponer medidas técnicas de obligado cumplimiento*
- d) Fijar espacios de servidumbre entre la zona y su entorno colindante*

Niveles Máximos Permisibles:

Los valores máximos permisibles para fuentes fijas se muestran a continuación en la siguiente tabla.

TABLA 2.5 Niveles Máximos Permitidos de Ruido Para Fuentes Fijas

TIPO DE ZONA SEGÚN EL USO DEL SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE: NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona Equipamientos y Protección ⁽¹⁾	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial Múltiple ⁽²⁾	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Industrial 1	60	50
Zona Industrial 2 ⁽³⁾	65	55
Zona Industrial 3, 4, 5 ⁽⁴⁾	70	60

“Notas:

[1] *Equipamientos se refiere al suelo destinado a actividades e instalaciones que generen bienes y servicios que posibiliten la recreación, cultura, salud, educación, transporte, servicios públicos e infraestructura. Uso de Protección Ecológica, es el suelo destinado al mantenimiento o recuperación de ecosistemas por razones de calidad ambiental y de equilibrio ecológico.*

[2] *Corresponde a áreas de centralidad en las que coexisten residencia, comercio, industria de bajo y mediano impacto, servicios y equipamientos compatibles o condicionados.*

[3] *Industria de tipología de mediano impacto ambiental.*

[4] *Industria de tipología de alto impacto, peligrosa y mixta.”*

“Art. 5.3.- El nivel de ruido máximo permisible ocasionado por fuentes móviles motorizadas no podrá exceder los valores que se fijan en la Tabla No. 2.6”

TABLA 2.6 Niveles Permitidos de Ruido Para Automotores

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD DEL MOTOR EN LA PRUEBA [rpm]	NPS MÁXIMO (dB[A])
Motocicletas o similares	Motocicletas, tricars, cuadrones y los vehículos de transmisión de cadena, con motores de 2 ó 4 tiempos	De 4.000 a 5.000	90
Vehículos livianos	Automotores de cuatro ruedas con un peso neto vehicular inferior a 3.500 kilos.	De 2.500 a 3.500	88
Vehículos pesados para carga	Automotores de cuatro ó más ruedas, destinados al transporte de carga, con un peso neto vehicular superior o igual a 3.500 kilogramos.	De 1.500 a 2.500	90
Buses, busetas	Automotores pesados destinados al transporte de personas, con un peso neto vehicular superior o igual a 3.500 kilos.	De 1.500 a 2.500	90

(Ordenanza Metropolitana 146)

Capítulo III. Marco Metodológico

3.1 DISTRIBUCION DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO:

Siguiendo con la metodología desarrollada en el estudio del año 2009 en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK, se realizó una nueva distribución de las estaciones de monitoreo para completar el trabajo realizado dicho año.

Las estaciones fueron divididas entre los cuatro integrantes del grupo como se muestra en la Tabla N° 3.1, la distribución de las estaciones se las realizó dividiendo al DMQ de la siguiente forma entre los integrantes del grupo: Norte, Centro Norte, Centro Sur y Sur. (Anexo 1)

TABLA 3.1 Distribución estaciones de Monitoreo 2009-2010.

NOMBRE DEL INVESTIGADOR	ESTACIONES DESIGNADAS	ZONAS DE LA CIUDAD
PAOLA MORA	Cotocollao	NORTE
	La Delicia	
	Calderón	
	Pablo Arturo Suárez	
	Carapungo	
CARLOS ROJAS	Cofavi	CENTRO NORTE
	Solca	
	Jipijapa	
	Estación Norte	
	Belisario	
DANIEL SALAZAR	Alameda	CENTRO SUR
	Centro	
	Mariscal	
	Eloy Alfaro	
	Hospital del Seguro Social	
JENNIFER AMORES	Guamaní	SUR
	Quitumbe	
	Moran Valverde	
	Camal	

(Salazar, 2011)

3.2 HORARIO Y DÍAS DE MONITOREO:

Para poder obtener datos representativos al ruido ambiental de la ciudad, tanto en horas de menor como mayor tráfico vehicular, se establecieron tres periodos de monitoreo:

En la mañana de 06:00 - 11:59

En la tarde de 12:00 - 17:59

En la noche de 18:00 - 00:00

De la misma forma, cada punto tiene mediciones durante siete días en la semana, y cada día los tres horarios; procurando recopilar los datos de monitoreo en días laborales y en feriados.

Las estaciones a monitorear diariamente se eligieron al azar y dependen de la disponibilidad de horario del investigador, es decir no se estableció un orden estricto de monitoreo.

Para la toma de ruido de fondo en cada una de las estaciones, Utilizamos lo estipulado en la normativa nacional para ruido de fuentes fijas; los datos fueron recolectados en los puntos cero de cada estación el mismo día, a partir de las 00:00 hasta 2:30.

3.3 MATERIALES:

Para la investigación fueron necesarios los siguientes materiales:

 Sonómetro integrador:

Marca:	EXTECH Instruments
Escala de medición:	30 – 130dB
Escala de frecuencia:	31.5 Hz – 8 kHz
Ponderación de frecuencia:	“A” y “C”
Tiempo de respuesta:	Rápido, lento e impulso
Escala de linealidad:	100 Db
Resolución en pantalla:	0.1 Db
Rango de error:	+/- 1.5 Db

(Izurieta, 2009)

- ❏ Un trípode marca Sony: Parta mantener el sonómetro a la altura reglamentaria de 1.5 m.
- ❏ Dispositivo GPS(Global Positioning System) con chip de alta sensibilidad:
Utilizado para obtener las coordenadas de los puntos de muestreo.

Marca:	Garmin
Modelo:	LEGEND Etrex
Características:	Chip de Alta sensibilidad
Rango de error:	+/- 3m (25 satélites)

- ❏ Contador Manual: conteo de vehículos pesados y livianos durante 5 minutos.
- ❏ Cronómetro: Medición del tiempo que un vehículo se demoraba en recorrer 100 m.
- ❏ Cinta de 30 m: medición de distancias de punto en punto (25m, 50m, 75m, 100m) en cada cuartil de cada estación
- ❏ Un vehículo para transportarme de estación a estación.

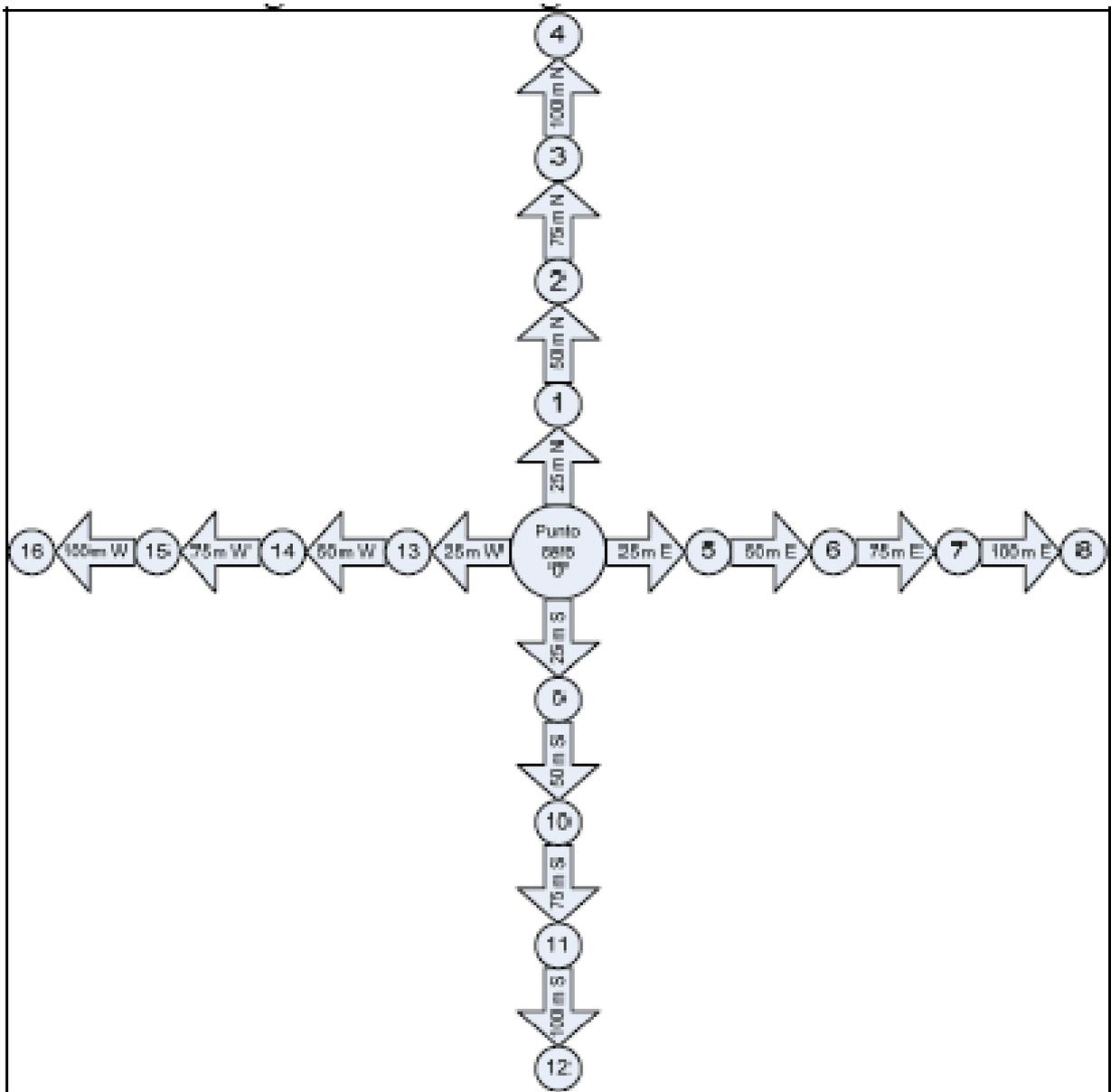
3.4 DISTRIBUCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.

En cada estación de monitoreo se ubicó un PUNTO CENTRAL, situado en la intersección de las avenidas principales. De este punto parten cuatro vértices hacia los cuatro puntos cardinales, con sitios de muestreo a 25, 50, 75 y 100 metros (Rubianes, 2009). Por consiguiente, las estaciones deben poseer teóricamente 17 cuartiles:

- ❖ Punto Cero
- ❖ Norte: 25m, 50m, 75m, 100m.
- ❖ Este: 25m, 50m, 75m, 100m.
- ❖ Sur: 25m, 50m, 75m, 100m.
- ❖ Oeste: 25m, 50m, 75m, 100m.

Es imperativo mencionar que la estación “MARISCAL”, era la única estación que no presento inconvenientes físicos para realizar el muestreo en la totalidad de los cuartiles.

Figura 3.1 Distribución espacial de área de muestreo



(Izurieta, 2009)

3.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES MONITOREADAS.

3.5.1. Estación Mariscal.

Estación MARISCAL	
Ubicación Geográfica	17M 779477.57m E 9977659.68m S (Anexo 2)
Dirección	Reina Victoria y Luis Cordero
Referencia	Torres de Almagro
Uso de Suelo	Residencial, Múltiple
Tránsito Vehicular	Baja presencia de transporte pesado, el transporte liviano se concentra en gran cantidad en horas pico.
Condiciones del pavimento	Estado Regular
Pendiente de la vía	Nula
Fuentes Principales de Ruido	Tránsito vehicular, alta circulación peatonal , locales comerciales, bares y cafeterías

3.5.2. Estación HOSPITAL DEL SEGURO SOCIAL.

Estación HOSPITAL DEL SEGURO SOCIAL	
Ubicación Geográfica	17M 777746.53m E 9977417.42m S (Anexo 3)
Dirección	Av. Universitaria y 18 de Septiembre
Referencia	Hospital del Seguro
Uso de Suelo	Hospitalario
Tránsito Vehicular	Transporte pesado en gran cantidad en gran parte del día.
Condiciones del pavimento	Estado Regular
Pendiente de la vía	5-15%
Fuentes Principales de Ruido	Tránsito vehicular, transporte pesado, circulación peatonal, ambulancias.

3.5.3. Estación ALAMEDA.

Estación ALAMEDA	
Ubicación Geográfica	17M 777936.00m E 9976167.84m S (Anexo 4)
Dirección	Av. 10 de Agosto y Gran Colombia
Referencia	Parque Alameda
Uso de Suelo	Múltiple
Tránsito Vehicular	Gran cantidad de flujo vehicular y constante presencia de transporte pesado en todo el día.
Condiciones del pavimento	Buen estado
Pendiente de la vía	Nula
Fuentes Principales de Ruido	Tránsito vehicular, transporte pesado, locales comerciales alta circulación peatonal.

3.5.4. Estación CENTRO.

Estación CENTRO	
Ubicación Geográfica	17M 776717.06m E 9975477.10m S (Anexo 5)
Dirección	Gabriel García Moreno, entre Simón Bolívar y Antonio José de Sucre
Referencia	Radio Municipal
Uso de Suelo	Patrimonial
Tránsito Vehicular	Se presenta una baja presencia de tránsito vehicular especialmente de vehículos pesados.
Condiciones del pavimento	Buen estado
Pendiente de la vía	Nula
Fuentes Principales de Ruido	Circulación peatonal, tránsito vehicular, locales comerciales.

3.5.5. Estación ELOY ALFARO.

Estación ELOY ALFARO	
Ubicación Geográfica	17M 775486.60m E 9972617.10m S (Anexo 6)
Dirección	Av. Alonso de Angulo y Cesar Chiriboga
Referencia	Administración Sur del DMQ
Uso de Suelo	Residencial
Tránsito Vehicular	Gran cantidad de vehículos livianos, flujo continuo de transporte pesado
Condiciones del pavimento	Buen estado
Pendiente de la vía	Nula
Fuentes Principales de Ruido	Tránsito vehicular, transporte pesado, circulación peatonal y ladridos de perros.

3.6 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.

Monitoreo de ruido

1. Ubicarse sobre el punto cero de la estación.
2. Buscar en el GPS el punto 25 metros norte.
3. Recorrer 25m hacia el norte guiándose con el GPS. Esperar a que éste indique que se llegó al punto elegido.
4. Colocar el trípode sobre el suelo y extenderlo hasta la altura especificada de 1,5m.
5. Apuntar el micrófono del sonómetro hacia el norte.
6. Encender el sonómetro.
7. Escoger la función para medición en modo lento “Slow”.
8. Escoger la ponderación de frecuencia “A”, para medir ruido dBA (filtro para ambientes abiertos)
9. Escoger el tipo de medición de ruido “Leq” (Presión Sonora Equivalente)
10. Calibrar el tiempo de integración a 1 minuto.

11. Iniciar la medición.
12. Al cumplirse 15 segundos de medición, girar 90 grados hacia el este.
13. Al cumplirse 30 segundos de medición, girar 90 grados hacia el sur.
14. Al cumplirse 45 segundos de medición, girar 90 grados hacia el oeste.
15. Al cumplirse 60 segundos de medición, el sonómetro se detendrá automáticamente, mostrando en su pantalla el valor correspondiente a la Presión Sonora Equivalente medida y ponderada.
16. Anotar el valor en la hoja de registro, en la casilla correspondiente para ese cuartil.
17. Plegar el trípode.
18. Avanzar hasta el siguiente cuartil, caminando 25 metros en la misma dirección inicial.

Repetir el procedimiento en cada cuartil hasta finalizar la medición de toda estación.

(Coral, 2008)

Determinación de velocidades de los vehículos

1. Establecer una distancia de 100 metros en la vía principal de la estación.
2. Registrar el tiempo en que los automóviles recorren los 100 metros. Usar un cronómetro.
3. Realizar la medición cinco veces.
4. Calcular las velocidades.

Conteo de vehículos

1. Contabilizar los vehículos, tanto pesados como livianos, que pasan por el punto central, en el lapso de 5 minutos.
2. Registrar los valores en la hoja de cálculo correspondiente y expresarlos para una hora.

Figura 3.2 Formato de hojas de registro de datos:

UBICACIÓN: <input style="width: 100%;" type="text"/>	FECHA: <input style="width: 100%;" type="text"/>																					
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><th colspan="2">VELOCIDADES x = 100 m</th></tr> <tr><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> </table>	VELOCIDADES x = 100 m		1		2		3		4		5		<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><th colspan="2">Nº de autos t = 5 minutos</th></tr> <tr><td>LIVIANOS</td><td></td></tr> <tr><td>PESADOS</td><td></td></tr> </table>	Nº de autos t = 5 minutos		LIVIANOS		PESADOS				
VELOCIDADES x = 100 m																						
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
Nº de autos t = 5 minutos																						
LIVIANOS																						
PESADOS																						
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><th colspan="3">PUNTO 0</th></tr> <tr><th></th><th>HORA</th><th>NPS</th></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td></tr> </table>		PUNTO 0				HORA	NPS	1			2			3			4			5		
PUNTO 0																						
	HORA	NPS																				
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><th colspan="2"></th><th colspan="2">25</th><th colspan="2">50</th><th colspan="2">75</th><th colspan="2">100</th></tr> <tr><th colspan="2"></th><th>HORA</th><th>NPS</th><th>HORA</th><th>NPS</th><th>HORA</th><th>NPS</th><th>HORA</th><th>NPS</th></tr> </table>				25		50		75		100				HORA	NPS	HORA	NPS	HORA	NPS	HORA	NPS	
		25		50		75		100														
		HORA	NPS	HORA	NPS	HORA	NPS	HORA	NPS													
NORTE	1																					
	2																					
	3																					
	4																					
	5																					
SUR	1																					
	2																					
	3																					
	4																					
	5																					
ESTE	1																					
	2																					
	3																					
	4																					
	5																					
OESTE	1																					
	2																					
	3																					
	4																					
	5																					

(Amores, 2010)

3.7 PROCESAMIENTO DE DATOS EN ARCGIS 9 DE ESRI

Para la elaboración del mapa de ruido del DMQ, extrapolación de datos y expresión de resultados, se utilizó el software ArcGIS 9 de ESRI.

3.7.1 Parámetros Cartográficos para la Elaboración del Mapa de Ruido

A continuación se detallan los parámetros cartográficos, tomados en cuenta para el desarrollo del presente estudio:

Tabla 3.2: Parámetros Cartográficos para la Elaboración del Mapa de Ruido.

PARÁMETRO	DETALLE
Escala:	1:25000
Proyección Cartográfica:	Universal Transversa de Mercator
Zona Cartográfica:	17 Sur
Formato:	Shapefile (shp), Geodatabase Personal
Datum Vertical Medio:	Nivel Medio del Mar
Datum Horizontal:	World Geodetic System 1984

(Salazar, 2011)

3.7.2 Variables y Factores Considerados

El nivel de presión sonora generado por el tránsito rodado en la ciudad, depende de algunas variables, ellas son el número de vehículos (considerando su composición y estado) y la velocidad, tipo y estado del pavimento, el tipo de calle y su geometría (ancho, pendiente), entre otros.

Tabla 3.3 Variables y factores Consideradas para la Elaboración del Mapa de Ruido.

No.	VARIABLE O FACTOR	UNIDAD
1	Velocidad	km/h.
2	Volumen de vehículos o densidad del tráfico. (Livianos y pesados)	veh/día veh/h
3	Porcentaje de vehículos pesados	%
4	Ancho de calle	m
5	Pendiente de la calle	%
6	Tipo de vías	-
7	Tipo y estado del pavimento	-
8	Clasificación de uso del suelo	-

(Salazar, 2011)

A continuación se describe brevemente cada una de las variables (Aguilar Rovira, 2005):

Volumen de vehículos: el nivel de presión sonora equivalente, aumenta de forma logarítmica respecto al incremento de la intensidad media de vehículos.

Velocidad media: la contribución de la velocidad al aumento del nivel sonoro equivalente en una calle, se empieza a notar una vez alcanzados los 60 km/h, a partir de los cuales la dependencia es lineal.

Tipo de calle: el nivel sonoro equivalente depende del tipo de calle, entendiendo la clasificación de tipo de calle aquella que depende de la ubicación de los edificios.(ver tabla 3.4 Clasificación de vías)

Ancho de la calle: cuanto mayor sea el ancho de la calle, se tendrá más espacio para disipar la energía sonora emitida (ej. a mayor anchura de la vía, menor NPS).

Pendiente: el ruido también depende de la pendiente o rampa de la calle (ej. Pendientes pronunciadas, NPS mayor). La pendiente de cada vía, será determinada a partir de un modelo digital del terreno del anillo urbano del DMQ (ver Anexo 4).

Tipos de pavimentos: Por encima de una velocidad determinada, el NPS emitido por un vehículo está sujetado por el contacto entre el neumático y la carretera. Dicho ruido,

depende de la velocidad a la que circula el vehículo, el pavimento de la vía y el tipo de neumático. Para el presente estudio se tomará en cuenta la siguiente clasificación: asfalto liso, pavimento poroso, cemento hormigón y asfalto rugoso, adoquinado de textura lisa, adoquinado de textura áspera, otros (Besnard, y otros, 2003).

Altura de medición: En áreas residenciales y zonas de recreo, se recomienda usar el sonómetro a una altura de (1,2 + 0,1) m y (1,5 + 0,1) m. Sin embargo, para el control de ruido permanente, se pueden utilizar otras alturas del micrófono (International Organization for Standardization, 2007).

Tipo de vehículos: Se han considerado dos categorías de vehículos, coches ligeros (menos de 3,5 toneladas), y coches pesados (3,5 toneladas o más). (Besnard, y otros, 2003)

Clasificación del uso del suelo: la Dirección Metropolitana de Planificación Territorial del Municipio de Quito (2005), ha clasificado los diferentes usos de suelo del DMQ, en las siguientes categorías: (Anexo 7)

- **Agrícola Residencial:** *“Uso destinado a consolidar asentamientos rurales preexistentes de baja densidad en las áreas agrícolas”.*
- **Equipamiento:** *“Se refiere al suelo destinado a actividades e instalaciones que generen ámbitos, bienes y servicios que posibiliten la recreación, cultura, salud, educación, transporte, servicios públicos e infraestructura y que independiente de su carácter público o privado pueden ubicarse en combinación con otros usos en lotes o edificaciones, en concordancia con la cobertura”.*
- **Equipamiento especial:** *Destinado a la franja de protección de “El Beaterio”.*
- **Industrial:** *“Se refiere al suelo destinado a la elaboración, transformación, tratamiento y manipulación de materias primas para producir bienes o productos materiales, así como la producción y desarrollo de sistemas informáticos, audiovisuales y otras similares. Industrial 2: de mediano impacto; Industrial 3: de alto impacto; Industrial 4: industria peligrosa”.*
- **Patrimonial:** *“Uso destinado a la protección de áreas históricas, arqueológicas definidas. Existen 4 tipos: áreas consolidadas, hitos, ámbitos arqueológicos y vinculaciones”.*
- **Protección Ecológica:** *“Uso destinado al mantenimiento de las características ecosistémicas del medio natural que no han sido alterado significativamente por la*

actividad humana y que por razones de calidad ambiental y equilibrio ecológico deben conservarse. Su delimitación respeta las delimitaciones y definiciones acordadas anteriormente a nivel interinstitucional”.

- **Recurso Natural:** *“Uso destinado al manejo, extracción y transformación de recursos naturales, se clasifica en Renovables que corresponde a usos agropecuario, forestal y piscícola, y No Renovables relacionado con la extracción de minerales”.*
- **Residencial:** *“Uso correspondiente al destinado a vivienda en forma exclusiva o combinado con otros usos del suelo y factible de implantarse en todo el DMQ de acuerdo a las determinaciones establecidas en la zonificación. Para efectos de regular combinación de usos el uso residencial se divide en tres categorías: Residencial 1: de baja densidad; Residencial 2: de mediana densidad; Residencial 3: de alta densidad”.*
- **Múltiple** *“Pueden coexistir residencias, comercios, industrias de bajo y mediano impacto, actividades artesanales y servicios según especificaciones”.*

3.7.3 Clasificación de Vías según el Volumen de Tráfico Vehicular

A ciertas vías de la zona centro, se le ha asignado un valor medio de vehículos livianos por hora, y el porcentaje de vehículos pesados (%/hora) respecto al total. Tales datos se midieron experimentalmente en cada una de las estaciones de monitoreo de la zona centro (campana 2010-2011). Conjuntamente, se solicitó información al Municipio de Quito, a la Secretaría de Movilidad, al Observatorio Ciudadano de la Movilidad y a la EMMOP, con la finalidad de obtener mayor información sobre velocidad y cantidad de vehículos, para clasificar cada una de las vías, como a continuación se enuncia.

Se ha clasificado las calles según el tráfico, tomando en cuenta varios parámetros como velocidad, número de vehículos livianos y porcentaje de pesados, e importancia en cuanto a distribución del tráfico dentro de la ciudad.

Las vías actualmente están clasificadas por el Municipio de Quito en: Autopista, Avenida, Calle, Escalinata, Expresa, Férrea, Pasaje, Peatonal y Redondel.

Tabla 3.4 Clasificación de las vías según el tráfico.

Tipo de Vía	Vehículos-hora						Velocidad
	Livianos			Pesados (%)			Promedio
	Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche	(km/h)
A Autopista							
B Avenida							
C Calle							
D Escalinata							
E Expresa							
F Férrea							
G Pasaje							
H Peatonal							
I Redondel							

(de Barrios, García, Cepeda, Búrdalo, & Fuentes, 2009)

3.7.4 Establecimiento de zonas de buena calidad acústica

En base a los niveles propuestos en la metodología de la “Guide du bruit des transports terrestres” utilizada por el Ministerio francés. Este método considera una zona de buena calidad acústica, a aquella en la que el nivel sonoro equivalente está comprendido entre 0 y 65 dB(A), calidad acústica aceptable entre 65 y 85 dB(A) y calidad acústica inaceptable si los niveles sobrepasan los 85 dB(A). (Besnard, y otros, 2003)

Tabla 3.5: Definición de tramas según las zonas de calidad acústica.

Nivel Sonoro Equivalente dB(A)	Zonas de calidad acústica	Color
0-65	Buena	Cinabrio
65-85	Aceptable	Azul
85+	Inaceptable	Azul Oscuro

(Besnard, y otros, 2003)

3.7.5 Desarrolló de base de datos.

Figura 3.6 Base de datos de las vías del DMQ, con sus variables.

3.7.6 Obtención del mapa de ruido

Partiendo como base de la clasificación de las vías, se extrapolaron los datos de ruido hacia otras vías con similares características, respecto al: ancho de la vía, estado y tipo de pavimentos, tipo de vía, % de pendiente, densidad vehicular y velocidad de los vehículos.

Tabla 3.7 Asignación de valores de ruido según variables consideradas.

	Tipo de Vía	Vehículos-hora						Velocidad (km/h)	Ancho de la Vía	Estado y tipo de pavimento	Pendiente %	Uso del Suelo	Promedio (dBA) MAÑANA	Promedio (dBA) TARDE	Promedio (dBA) NOCHE	Promedio (dBA) TOTAL
		Livianos			Pesados											
		Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche									
A	Autopista															
B	Avenida															
C	Calle															
D	Escalinata															
E	Expresa															
F	Férrea															
G	Pasaje															
H	Peatonal															
I	Redondel															

(Salazar, 2011)

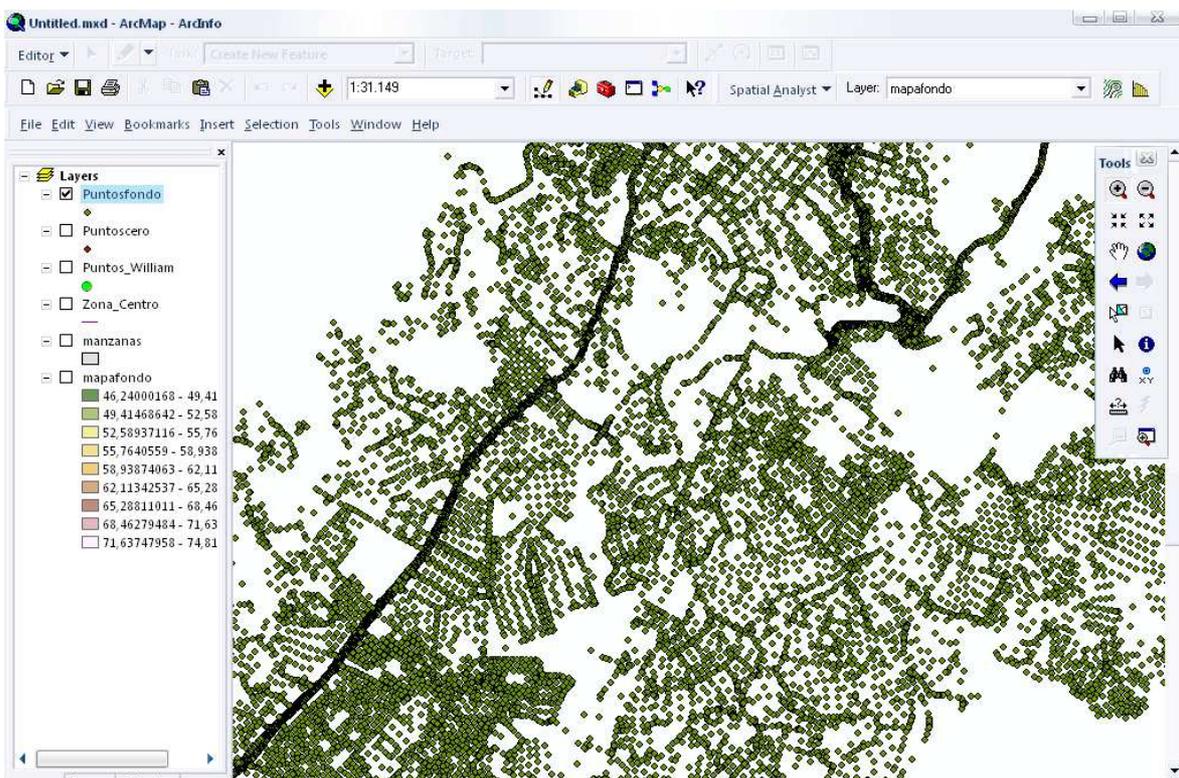
El mapa de ruido, presenta los datos sobre la situación acústica existente o pronosticada en función de un índice de ruido.

- ❖ Indica la superación de cualquier valor límite. (Zonas de calidad acústica, buena, aceptable e inaceptable)
- ❖ Referencia las calles y sectores afectados en la zona específica.

A continuación, se resume el procedimiento de obtención del mapa de ruido:

- ❖ Una vez clasificadas las vías, se procedió a asignar valores en función del número de vehículos que circulan, es decir, si en una autopista circulan en promedio 2000 coches/hora, se la clasificará dentro de la categoría rondas de circunvalación.
- ❖ Se determinó datos promedio de ruido para cada una de estas unidades (vías), en la mañana, tarde y noche, y se extrapola los datos en las vías con características similares, donde se dispone de información.
- ❖ Se procede a convertir de “feature” a “point” mediante el uso de “Data Management Tools - Feature” de ArcGis el archivo de vías en base a las categorías del municipio, (Autopista, Avenida, Calle, Escalinata, Expresa, Férrea, Pasaje, Peatonal y Redondel), con lo que se obtiene el siguiente mapa:

Figura 3.3 “Points” de las vías de Quito, con sus respectivos nombres.



- ❖ Para la generación de los mapas de ruido se usó la herramienta “Kriging” de “Spatial Analyst”,

El mapa se ha clasificado según la siguiente leyenda:

Tabla 3.8. Definición de tramas de contaminación acústica establecidas en la norma ISO 1996-2.

Nivel Sonoro (dBA)	Nombre del Color	Color	Trama	Grado de Contaminación
>35	Verde Claro		Puntos pequeños, densidad baja	No contaminado
35 – 40	Verde		Puntos medianos, densidad media	
40 – 45	Verde Oscuro		Puntos grandes, densidad alta	
45 – 50	Amarillo		Líneas verticales, densidad baja	
50 – 55	Ocre		Líneas verticales, densidad media	
55 – 60	Naranja		Líneas verticales, densidad alta	
60 – 65	Cinabrio		Entramado de cruces, densidad baja	Contaminado
65 – 70	Carmín		Entramado de cruces, densidad media	
70 – 75	Rojo Lila		Entramado de cruces, densidad alta	Levemente Saturado
75 – 80	Azul		Rayas verticales anchas	Saturado
< 80	Azul Oscuro		Totalmente negro	Muy Saturado

(ISO 1996-2)

3.8 MODELOS DE PREDICCIÓN DE RUIDO VEHICULAR

Los modelos de predicción de ruido expuestos a continuación fueron escogidos después de una serie de pruebas y aproximaciones realizadas con los valores de campo previamente obtenidos, ambos modelos se ajustaron al valor de campo con un porcentaje de error bajo además se contaba con todas las variables obtenidas en campo para utilizar los modelos de Sánchez y Cortn.

3.8.1 Modelo de Sánchez:

- El nivel de emisión de referencia LRE se calcula a 25 metros del centro de la calzada.

La ecuación del modelo de emisión es el siguiente:

$$LRE = 35,1 + 10 \cdot \log(Q_1 + 8 \cdot Q_p) + C_{vel} + C_{pav} \quad (dBA)$$

Donde:

Q_1 = flujo de vehículos ligeros por hora

Q_p = flujo de vehículos pesados por hora

C_{vel} = corrección por velocidad de circulación de los diferentes vehículos.

- En la Tabla 3.9 se presentan las correcciones por velocidad que se deben tomar en cuenta:

Tabla 3.9: Valores C_{vel} para distintas velocidades de circulación.

Velocidad (km / h)	C_{vel} (dBA)
<50	0
60	1
70	2
80	3
90	4

(Álvarez et al, 2008)

- En la siguiente tabla se muestra la corrección por pavimento, en donde se considera el tipo de calzada presente y su influencia en los niveles de emisión de la fuente:

Tabla 3.10 Valores C_{pav} para los distintos tipos de Pavimento.

Tipo de Pavimento	C_{pav} (dBA)
Asfalto liso	-0,5

Asfalto rugoso	0
Hormigón	1,5
Adoquinado	4

(Álvarez et al, 2008)

3.8.2 Modelo de Cortn:

- En este modelo, el índice descriptor del nivel sonoro es el percentil L_{10} a 1 hora.

$$L_{básico} = 42,2 + 10 \cdot \log(Q_1) + C_{vel} + C_{low} \quad (dBA)$$

Donde:

Q_1 = Número de vehículos ligeros por hora.

- La corrección para otra velocidad y tráfico compuesto viene dada por:

$$C_{vel} = 33 \cdot \log\left(V + 40 + \frac{500}{V}\right) + 10 \cdot \log\left(1 + 5 \cdot \frac{P}{V}\right) - 68,8$$

Donde:

V = velocidad del flujo de tráfico en km/h.

P = proporción de vehículos pesados en %.

- Este modelo adiciona un ajuste al considerar un flujo de vehículos bajo y distancia pequeña entre la fuente y el receptor. Se califica como flujo bajo al inferior a 200 vehículos por hora.

$$C_{low} = -16,6 \cdot \log\left(\frac{30}{d'}\right) \cdot \log^2\left(\frac{Q_1}{200}\right)$$

Donde:

d' es la distancia directa desde la fuente al receptor.

(Álvarez. 2008; Arana. Et al, 2000)

3.9 DATOS

Los datos presentados a continuación son los promedios obtenidos de los monitoreos 2009-2010 de las estaciones pertenecientes a la zona Centro-Sur de dicho periodo.

3.9.1 Estación Mariscal

MAÑANA		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte	64,5	67,6	69,2	67,1	66,6	67,2	70,3	67,5
	Este	63,8	67,3	66,2	65,8	66,5	63,3	61,6	64,9
	Sur	63,9	64,6	68,6	69,6	65,9	67,9	67,2	66,8
	Oeste	65,6	67,7	67,7	67,6	68,6	67,1	62,4	66,7
PROMEDIO		64,5	66,8	67,9	67,5	66,9	66,4	65,4	66,5
50 metros	Norte	64,4	67,8	69,3	69,4	66,7	67,1	68,6	67,6
	Este	63,8	63,8	67,2	64,8	64,8	64,3	59,3	64,0
	Sur	65,4	65,6	66,5	67,3	65,7	65,6	65,4	65,9
	Oeste	65,4	64,1	67,2	65,2	64,8	65,9	60,3	64,7
PROMEDIO		64,7	65,3	67,6	66,7	65,5	65,7	63,4	65,6
75 metros	Norte	66,9	67,4	68,1	71,8	70,9	69,6	67,8	68,9
	Este	63,2	63,1	67,6	65,7	63,6	65,8	60,1	64,2
	Sur	67,4	66,5	61,8	69,1	67,5	65,6	65,1	66,1
	Oeste	64,1	64,4	69,6	64,1	65,0	64,2	59,6	64,4
PROMEDIO		65,4	65,3	66,8	67,7	66,8	66,3	63,2	65,9
100 metros	Norte	68,9	71,8	72,8	72,2	71,3	72,2	71,5	71,5
	Este	62,4	63,2	67,1	67,0	62,9	65,9	63,1	64,5
	Sur	64,6	66,8	69,6	66,0	69,3	68,4	67,4	67,4
	Oeste	63,6	64,0	67,3	65,6	64,1	62,4	58,3	63,6
PROMEDIO		64,9	66,5	69,2	67,7	66,9	67,2	65,1	66,8

66,2

(Salazar, 2011)

3.9.1 Estación Mariscal

TARDE		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte	65,6	66,0	67,8	66,3	68,3	67,2	67,6	67,0
	Este	66,6	65,8	68,0	63,4	68,9	66,7	65,1	66,4
	Sur	66,0	70,5	68,7	71,2	69,9	67,1	67,0	68,6
	Oeste	69,0	68,1	67,6	69,6	69,8	65,8	65,6	67,9
PROMEDIO		66,8	67,6	68,0	67,6	69,3	73,8	66,3	67,5
50 metros	Norte	65,7	69,3	67,1	67,2	67,7	65,4	67,2	67,1
	Este	64,8	64,1	66,5	64,4	68,9	64,6	63,8	65,3
	Sur	65,5	67,0	65,2	68,4	69,5	64,2	66,2	66,6
	Oeste	64,9	66,1	64,7	67,6	68,6	63,0	63,6	65,5
PROMEDIO		65,2	66,7	65,9	66,9	68,7	64,3	65,2	66,1
75 metros	Norte	68,3	71,4	70,2	72,5	71,7	69,1	69,5	70,4
	Este	63,6	65,4	64,9	64,7	68,0	65,0	63,3	65,0
	Sur	67,5	68,4	68,5	71,6	73,4	65,7	67,1	68,9
	Oeste	65,1	64,5	64,6	66,9	68,5	62,8	63,1	65,1
PROMEDIO		66,1	67,4	67,0	68,9	70,4	65,6	65,7	67,3
100 metros	Norte	70,4	71,9	71,3	71,6	72,3	70,1	70,8	71,2
	Este	62,7	66,0	63,8	66,9	69,4	63,9	63,7	65,2
	Sur	69,7	65,5	68,3	71,0	75,8	68,3	70,9	69,9
	Oeste	64,3	65,2	63,9	66,1	68,5	62,3	63,1	64,8
PROMEDIO		66,8	67,1	66,8	68,9	71,5	66,1	67,1	67,8

67,2

(Salazar, 2011)

3.9.1 Estación Mariscal

NOCHE		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte	68,5	71,2	70,2	72,8	72,4	70,2	64,1	69,9
	Este	64,8	65,8	68,9	63,6	68,9	67,7	64,0	66,2
	Sur	64,0	69,6	70,4	69,7	70,7	70,7	63,4	68,4
	Oeste	65,8	64,2	68,6	69,7	64,7	65,3	64,5	66,1
PROMEDIO		65,8	67,7	69,5	68,9	69,2	68,5	64,0	67,6
50 metros	Norte	64,9	69,9	69,6	68,3	70,2	69,1	64,9	68,1
	Este	63,8	67,2	67,5	66,8	67,5	66,1	63,2	66,0
	Sur	69,4	70,4	69,7	67,5	68,9	70,3	67,0	69,0
	Oeste	66,8	65,2	67,2	67,4	65,2	67,2	64,3	66,2
PROMEDIO		66,3	68,2	68,5	67,5	68,0	68,2	64,8	67,3
75 metros	Norte	67,0	66,6	71,2	69,5	71,0	71,2	66,5	69,0
	Este	65,2	64,8	67,0	67,2	68,6	67,4	62,4	66,1
	Sur	64,3	67,7	72,6	62,8	68,6	72,6	67,7	68,0
	Oeste	65,0	62,8	67,7	69,5	69,3	68,2	63,8	66,6
PROMEDIO		65,3	65,5	69,6	67,3	69,4	69,8	65,1	67,4
100 metros	Norte	71,5	69,7	72,8	72,6	67,1	72,0	67,5	70,5
	Este	62,5	61,5	67,4	63,3	68,8	67,8	61,3	64,7
	Sur	66,7	66,3	73,9	67,7	75,6	73,6	62,3	69,4
	Oeste	62,6	63,1	67,3	71,5	69,9	66,9	63,0	66,3
PROMEDIO		65,8	65,1	70,4	68,8	70,4	70,1	63,5	67,7

67,5

(Salazar, 2011)

3.9.2 Estación Hospital del Seguro Social

MAÑANA		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte								
	Este	75,0	70,8	74,2	74,8	65,5	73,0	65,7	71,3
	Sur	67,2	65,7	66,8	69,5	66,3	69,8	66,0	67,3
	Oeste	73,7	69,3	77,1	73,9	64,5	75,3	67,2	71,6
PROMEDIO		72,0	68,6	72,7	72,7	65,4	72,7	66,3	70,1
50 metros	Norte								
	Este	71,3	68,2	76,4	73,6	71,5	73,2	63,6	71,1
	Sur	65,3	65,2	66,6	65,2	65,4	69,1	63,5	65,8
	Oeste	75,1	71,9	72,8	72,1	66,3	76,7	63,9	71,2
PROMEDIO		70,6	68,4	71,9	70,3	67,7	73,0	63,7	69,4
75 metros	Norte								
	Este	72,3	71,0	73,9	72,8	74,7	75,5	61,9	71,7
	Sur	64,6	65,5	66,5	68,6	65,6	73,1	61,0	66,4
	Oeste	75,7	72,4	75,4	74,2	73,6	76,4	65,6	73,3
PROMEDIO		70,8	69,6	71,9	71,8	71,3	75,0	62,8	70,5
100 metros	Norte								
	Este	72,8	73,0	74,1	73,8	75,3	74,2	69,1	73,2
	Sur	69,1	70,7	73,1	68,0	70,9	71,4	69,1	70,3
	Oeste	74,0	72,7	75,2	72,8	71,3	74,9	67,3	72,6
PROMEDIO		72,0	72,1	74,1	71,5	72,5	73,5	68,5	72,0

70,5

(Salazar, 2011)

3.9.2 Estación Hospital del Seguro Social

TARDE		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte								
	Este	74,7	71,6	74,0	74,0	74,0	72,6	66,3	72,5
	Sur	68,6	71,0	69,2	69,2	68,5	69,2	69,0	69,2
	Oeste	70,2	69,9	70,8	70,8	70,7	71,0	69,7	70,4
PROMEDIO		71,2	70,8	71,3	71,3	71,1	73,8	68,3	70,7
50 metros	Norte								
	Este	73,6	71,2	74,9	74,9	73,7	72,9	65,7	72,4
	Sur	67,1	66,5	66,3	66,3	66,5	67,4	68,2	66,9
	Oeste	70,3	71,7	70,3	70,3	70,0	71,6	71,0	70,7
PROMEDIO		70,3	69,8	70,5	70,5	70,1	70,6	68,3	70,0
75 metros	Norte								
	Este	74,9	69,8	74,2	74,2	73,3	72,7	67,1	72,3
	Sur	62,6	68,3	62,6	62,6	64,9	63,1	63,1	63,9
	Oeste	69,9	71,0	70,5	70,5	69,9	72,8	72,8	71,1
PROMEDIO		69,1	69,7	69,1	69,1	69,4	69,6	67,7	69,1
100 metros	Norte								
	Este	73,5	71,7	74,0	74,0	73,9	73,1	67,6	72,5
	Sur	71,5	72,7	72,6	72,6	72,7	72,2	62,4	70,9
	Oeste	71,6	72,1	71,5	71,5	71,9	72,8	70,4	71,7
PROMEDIO		72,2	72,1	72,7	72,7	72,8	72,7	66,8	71,7

70,3

(Salazar, 2011)

3.9.2 Estación Hospital del Seguro Social

NOCHE		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte								
	Este	72,1	73,4	71,3	70,5	71,4	61,4	60,2	68,6
	Sur	65,8	69,7	67,8	63,5	66,5	64,5	65,3	66,2
	Oeste	71,6	70,7	74,6	70,8	71,1	66,6	66,8	70,3
PROMEDIO		69,8	71,3	71,2	68,3	69,7	64,2	64,1	68,4
50 metros	Norte								
	Este	75,3	71,9	72,5	73,2	72,7	68,9	67,6	71,7
	Sur	69,4	66,4	67,2	67,7	66,1	61,9	62,4	65,9
	Oeste	72,7	69,8	71,5	71,0	71,9	68,1	60,5	69,4
PROMEDIO		72,5	69,4	70,4	70,6	70,2	66,3	63,5	69,0
75 metros	Norte								
	Este	73,2	71,5	73,5	72,8	73,3	65,7	67,4	71,1
	Sur	68,2	66,7	64,5	65,0	64,8	63,3	65,9	65,5
	Oeste	70,5	69,8	73,3	70,5	71,3	68,1	66,7	70,0
PROMEDIO		70,6	69,3	70,4	69,4	69,8	65,7	66,7	68,9
100 metros	Norte								
	Este	72,6	70,6	74,5	74,1	75,2	62,2	70,1	71,3
	Sur	69,3	69,9	69,3	69,7	67,6	63,9	60,4	67,1
	Oeste	74,2	75,1	73,6	73,1	72,2	69,5	63,5	71,6
PROMEDIO		72,0	71,9	72,5	72,3	71,6	65,2	64,7	70,0

69,2

(Salazar, 2011)

3.9.3 Estación Alameda

MAÑANA		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte	58,1	61,4	60,8	64,8	64,4	61,4	59,0	61,4
	Este	63,1	63,2	64,0	64,2	64,3	63,7	61,8	63,5
	Sur	59,0	65,0	61,8	63,5	62,7	62,3	59,3	61,9
	Oeste	62,8	63,2	61,7	64,0	62,8	62,9	60,1	62,5
PROMEDIO		60,7	63,2	62,1	64,1	63,6	73,8	60,1	62,3
50 metros	Norte								
	Este	69,3	72,3	71,4	70,3	72,2	71,6	67,0	70,6
	Sur	59,9	65,2	62,6	65,3	63,8	61,8	61,4	62,9
	Oeste	63,5	64,7	64,9	64,9	64,8	64,2	64,8	64,5
PROMEDIO		64,2	67,4	66,3	66,8	66,9	65,9	64,4	66,0
75 metros	Norte								
	Este	69,4	71,8	69,2	70,5	72,1	72,3	69,6	70,7
	Sur	62,7	65,7	66,5	66,1	65,8	62,4	61,8	64,4
	Oeste	71,1	69,7	72,2	71,5	72,9	71,8	70,7	71,4
PROMEDIO		67,7	69,1	69,3	69,4	70,3	68,8	67,4	68,8
100 metros	Norte								
	Este								
	Sur	62,8	66,1	66,4	69,7	71,5	70,9	64,5	67,4
	Oeste	69,9	69,8	71,7	72,1	72,9	72,1	71,1	71,4
PROMEDIO		66,4	68,0	69,1	70,9	72,2	71,5	67,8	69,4

66,2

(Salazar, 2011)

3.9.3 Estación Alameda

TARDE		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte	58,1	61,0	59,9	60,1	62,8	61,4	61,2	60,6
	Este	63,1	63,3	61,1	63,2	64,8	63,7	63,9	63,3
	Sur	59,0	62,1	60,3	58,8	62,0	63,7	61,2	61,0
	Oeste	62,8	61,6	61,8	62,4	63,7	62,9	61,1	62,3
PROMEDIO		60,7	62,0	60,8	61,1	63,3	62,9	61,9	61,8
50 metros	Norte								
	Este	69,3	72,6	70,0	69,5	72,3	71,6	70,4	70,8
	Sur	59,9	63,9	61,1	60,2	62,5	61,8	62,5	61,7
	Oeste	63,5	64,6	64,2	63,5	66,5	64,2	63,7	64,3
PROMEDIO		64,2	67,0	65,1	64,4	67,1	65,9	65,5	65,6
75 metros	Norte								
	Este	69,4	71,2	73,7	69,2	70,9	72,3	70,8	71,1
	Sur	62,7	66,5	63,9	62,5	64,0	62,4	63,6	63,7
	Oeste	71,1	72,0	72,9	70,4	70,3	71,8	69,5	71,1
PROMEDIO		67,7	69,9	70,2	67,4	68,4	68,8	68,0	68,6
100 metros	Norte								
	Este								
	Sur	62,8	72,2	68,5	62,2	68,7	70,9	69,3	67,8
	Oeste	69,9	70,7	70,6	70,4	70,7	72,1	69,6	70,6
PROMEDIO		66,4	71,5	69,6	66,3	69,7	71,5	69,5	69,2

67,2

(Salazar, 2011)

3.9.3 Estación Alameda

NOCHE		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte	61,2	61,0	61,1	63,9	61,6	63,3	61,1	61,9
	Este	65,9	67,4	64,3	62,8	61,3	62,0	62,0	63,7
	Sur	61,9	62,5	61,9	62,2	62,1	62,2	61,2	62,0
	Oeste	63,5	64,4	63,8	65,0	61,3	62,1	63,5	63,4
PROMEDIO		63,1	63,8	62,8	63,5	61,6	62,4	62,0	62,7
50 metros	Norte								
	Este	69,7	69,9	71,2	69,2	64,7	70,0	71,0	69,4
	Sur	62,3	62,3	61,9	64,2	62,3	62,6	62,0	62,5
	Oeste	66,3	66,4	65,4	67,5	65,5	64,4	61,2	65,2
PROMEDIO		66,1	66,2	66,2	67,0	64,2	65,7	64,7	65,7
75 metros	Norte								
	Este	74,3	75,3	74,7	68,4	63,7	67,9	70,3	70,7
	Sur	63,9	63,0	62,9	62,1	64,5	61,2	62,5	62,9
	Oeste	73,4	73,9	72,9	72,3	66,8	70,8	68,6	71,2
PROMEDIO		70,5	70,7	70,2	67,6	65,0	66,6	67,1	68,3
100 metros	Norte								
	Este								
	Sur	66,8	67,4	68,3	66,2	70,4	65,7	64,4	67,0
	Oeste	72,7	73,7	74,4	71,5	71,4	70,2	69,0	71,8
PROMEDIO		69,8	70,6	71,4	68,9	70,9	68,0	66,7	69,4

67,2

(Salazar, 2011)

3.9.4 Estación Centro

MAÑANA		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte	65,9	68,9	69,2	67,2	69,7	67,3	64,3	67,5
	Este								
	Sur	59,8	66,5	66,1	65,6	67,7	69,5	61,1	65,2
	Oeste								
PROMEDIO		62,9	67,7	67,7	66,4	68,7	68,4	62,7	66,3
50 metros	Norte	64,0	69,4	69,0	67,5	65,4	67,7	65,2	66,9
	Este								
	Sur	64,0	70,6	56,7	68,4	66,9	67,6	62,7	65,3
	Oeste								
PROMEDIO		64,0	70,0	62,9	68,0	66,2	67,7	64,0	66,1
75 metros	Norte	65,6	70,6	70,6	68,2	70,5	68,4	65,7	68,5
	Este								
	Sur	67,4	68,8	69,0	68,6	72,4	70,9	69,7	69,5
	Oeste								
PROMEDIO		66,5	69,7	69,8	68,4	71,5	69,7	67,7	69,0
100 metros	Norte	65,7	67,5	66,5	66,6	70,6	69,6	64,9	67,3
	Este								
	Sur	65,9	66,5	64,2	72,0	72,1	73,1	67,8	68,8
	Oeste								
PROMEDIO		65,8	67,0	65,4	69,3	71,4	71,4	66,4	68,1

67,4

(Salazar, 2011)

3.9.4 Estación Centro

TARDE		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte	64,0	64,8	67,5	67,9	62,5	67,5	63,3	65,4
	Este						67,1		
	Sur	64,3	64,0	68,0	64,7	66,4		63,3	65,4
	Oeste								
PROMEDIO		64,2	64,4	67,8	66,3	64,5	73,8	63,3	65,4
50 metros	Norte	64,9	65,4	64,4	67,6	64,0	67,5	63,4	65,3
	Este						66,6		
	Sur	65,4	64,8	66,0	65,8	68,9		64,5	66,0
	Oeste								
PROMEDIO		65,2	65,1	65,2	66,7	66,5	67,1	64,0	65,7
75 metros	Norte	65,1	67,7	68,5	67,9	65,9	68,4	64,6	66,9
	Este								
	Sur	67,6	70,1	69,5	70,7	66,1	71,1	69,3	69,2
	Oeste								
PROMEDIO		66,4	68,9	69,0	69,3	66,0	69,8	67,0	68,0
100 metros	Norte	66,3	68,5	69,3	70,3	66,5	68,2	67,0	68,0
	Este								
	Sur	69,3	69,5	70,6	72,0	64,6	72,0	70,5	69,8
	Oeste								
PROMEDIO		67,8	69,0	70,0	71,2	65,6	70,1	68,8	68,9

67,3

(Salazar, 2011)

3.9.4 Estación Centro

NOCHE		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte	60,6	69,6	66,8	58,8	60,8	69,4	59,1	63,6
	Este								
	Sur	67,5	67,1	69,8	64,8	68,4	70,4	60,3	66,9
	Oeste								
PROMEDIO		64,1	68,4	68,3	61,8	64,6	69,9	59,7	65,2
50 metros	Norte	64,1	69,0	70,4	62,6	64,5	69,3	62,7	66,1
	Este								
	Sur	67,2	70,7	69,0	67,1	67,9	66,9	64,3	67,6
	Oeste								
PROMEDIO		65,7	69,9	69,7	64,9	66,2	68,1	63,5	66,8
75 metros	Norte	65,3	70,2	71,2	62,3	68,1	71,8	60,8	67,1
	Este								
	Sur	68,4	71,8	72,9	62,9	65,9	69,7	64,6	68,0
	Oeste								
PROMEDIO		66,9	71,0	72,1	62,6	67,0	70,8	62,7	67,6
100 metros	Norte	66,7	70,3	70,9	65,4	69,4	67,9	60,4	67,3
	Este								
	Sur	65,2	69,5	69,5	66,9	63,6	66,8	58,8	65,8
	Oeste								
PROMEDIO		66,0	69,9	70,2	66,2	66,5	67,4	59,6	66,5

66,8

(Salazar, 2011)

3.9.5 Estación Eloy Alfaro

MAÑANA		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte	73,9	73,5	72,4	73,8	72,5	68,7	72,4	72,5
	Este	75,6	74,1	76,0	73,9	71,6	70,6	68,0	72,8
	Sur	70,5	69,5	71,4	71,0	70,8	69,9	69,6	70,4
	Oeste	72,0	68,5	71,6	68,7	69,5	67,4	70,8	69,8
PROMEDIO		73,0	71,4	72,9	71,9	71,1	69,2	70,2	71,4
50 metros	Norte	70,9	71,7	70,3	73,7	72,7	65,0	64,7	69,9
	Este	68,9	65,6	66,8	68,3	63,3	64,6	62,1	65,7
	Sur	71,9	69,8	68,0	70,9	68,5	69,0	68,5	69,5
	Oeste	69,6	63,2	67,9	66,7	67,0	62,3	60,9	65,4
PROMEDIO		70,3	67,6	68,3	69,9	67,9	65,2	64,1	67,6
75 metros	Norte	70,6	71,4	70,6	72,3	70,9	70,0	73,1	71,3
	Este	68,6	65,3	67,7	67,9	65,0	64,2	63,4	66,0
	Sur	72,6	72,8	71,7	71,8	72,4	68,7	73,5	71,9
	Oeste	62,9	63,3	71,2	64,8	66,3	63,8	64,7	65,3
PROMEDIO		68,7	68,2	66,9	69,2	68,7	66,7	68,7	68,1
100 metros	Norte	73,1	72,0	70,4	72,6	70,3	71,9	70,5	71,5
	Este	63,5	64,2	65,0	64,5	64,0	65,4	63,1	64,2
	Sur	72,1	74,6	75,0	72,1	73,0	72,8	71,4	73,0
	Oeste	69,4	65,0	69,1	66,7	66,5	62,6	62,8	66,0
PROMEDIO		69,5	69,0	69,9	69,0	68,5	68,2	67,0	68,7

69,0

(Salazar, 2011)

3.9.5 Estación Eloy Alfaro

TARDE		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte	73,7	73,6	74,5	74,1	72,3	71,0	70,4	72,8
	Este	67,0	68,0	67,9	66,2	65,7	65,8	67,4	66,9
	Sur	71,4	69,8	70,1	70,5	70,9	70,3	70,2	70,5
	Oeste	66,6	65,7	69,0	67,9	69,3	66,6	65,1	67,2
PROMEDIO		69,7	69,3	70,4	69,7	69,6	73,8	68,3	69,3
50 metros	Norte	70,0	71,1	70,4	73,2	71,9	71,2	69,9	71,1
	Este	65,6	63,8	67,1	66,5	65,0	65,8	66,5	65,8
	Sur	75,1	72,5	73,1	69,9	73,0	69,8	71,3	72,1
	Oeste	66,1	65,0	66,8	67,1	66,8	64,8	63,1	65,7
PROMEDIO		69,2	68,1	69,4	69,2	69,2	67,9	67,7	68,7
75 metros	Norte	74,3	72,3	72,4	71,6	73,2	69,8	72,1	72,2
	Este	62,8	65,2	63,0	65,9	62,5	63,7	67,7	64,4
	Sur	72,9	74,0	72,5	73,5	71,4	70,6	70,3	72,2
	Oeste	67,6	66,7	64,9	63,7	65,7	65,0	64,3	65,4
PROMEDIO		69,4	69,6	68,2	68,7	68,2	67,3	62,4	67,7
100 metros	Norte	73,1	72,9	73,1	71,1	71,2	73,0	74,1	72,6
	Este	65,7	63,5	66,9	64,5	63,7	68,1	64,9	65,3
	Sur	72,6	70,8	69,9	70,7	70,5	71,4	70,2	70,9
	Oeste	64,9	64,3	68,5	64,1	63,0	63,9	64,9	64,8
PROMEDIO		69,1	67,9	69,6	67,6	67,1	69,1	68,5	68,4

68,5

(Salazar, 2011)

3.9.5 Estación Eloy Alfaro

NOCHE		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
Cuartil	Dirección	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	
25 metros	Norte	72,3	72,1	74,2	71,4	72,5	71,8	69,1	71,9
	Este	71,4	70,5	71,0	70,2	73,5	69,7	65,3	70,2
	Sur	71,4	73,5	71,6	73,5	71,9	68,9	67,9	71,2
	Oeste	71,3	70,6	72,1	71,2	70,4	66,5	67,2	69,9
PROMEDIO		71,6	71,7	72,2	71,6	72,1	69,2	67,4	70,8
50 metros	Norte	73,6	73,5	74,1	75,0	73,3	70,3	69,7	72,8
	Este	72,5	72,6	72,3	70,8	70,4	63,4	66,8	69,8
	Sur	69,6	71,1	70,9	70,6	70,2	68,9	69,3	70,1
	Oeste	72,4	73,2	71,5	74,3	74,9	65,5	64,7	70,9
PROMEDIO		72,0	72,6	72,2	72,7	72,2	67,0	67,6	70,9
75 metros	Norte	73,1	73,7	74,0	74,1	75,1	72,1	70,2	73,2
	Este	73,4	70,9	71,7	70,9	73,7	66,9	65,7	70,5
	Sur	73,0	72,9	72,5	73,2	72,9	70,1	66,2	71,5
	Oeste	71,9	69,4	70,1	70,4	71,6	66,9	69,3	69,9
PROMEDIO		72,9	71,7	72,1	72,2	73,3	69,0	67,9	71,3
100 metros	Norte	72,5	72,0	72,8	73,0	75,0	69,4	67,1	71,7
	Este	72,5	71,6	70,8	71,3	70,0	65,6	68,1	70,0
	Sur	73,2	73,3	71,6	72,1	73,2	70,8	66,7	71,6
	Oeste	71,9	70,7	71,0	73,4	70,2	69,9	65,4	70,4
PROMEDIO		72,5	71,9	71,6	72,5	72,1	68,9	66,8	70,9

71,0

(Salazar, 2011)

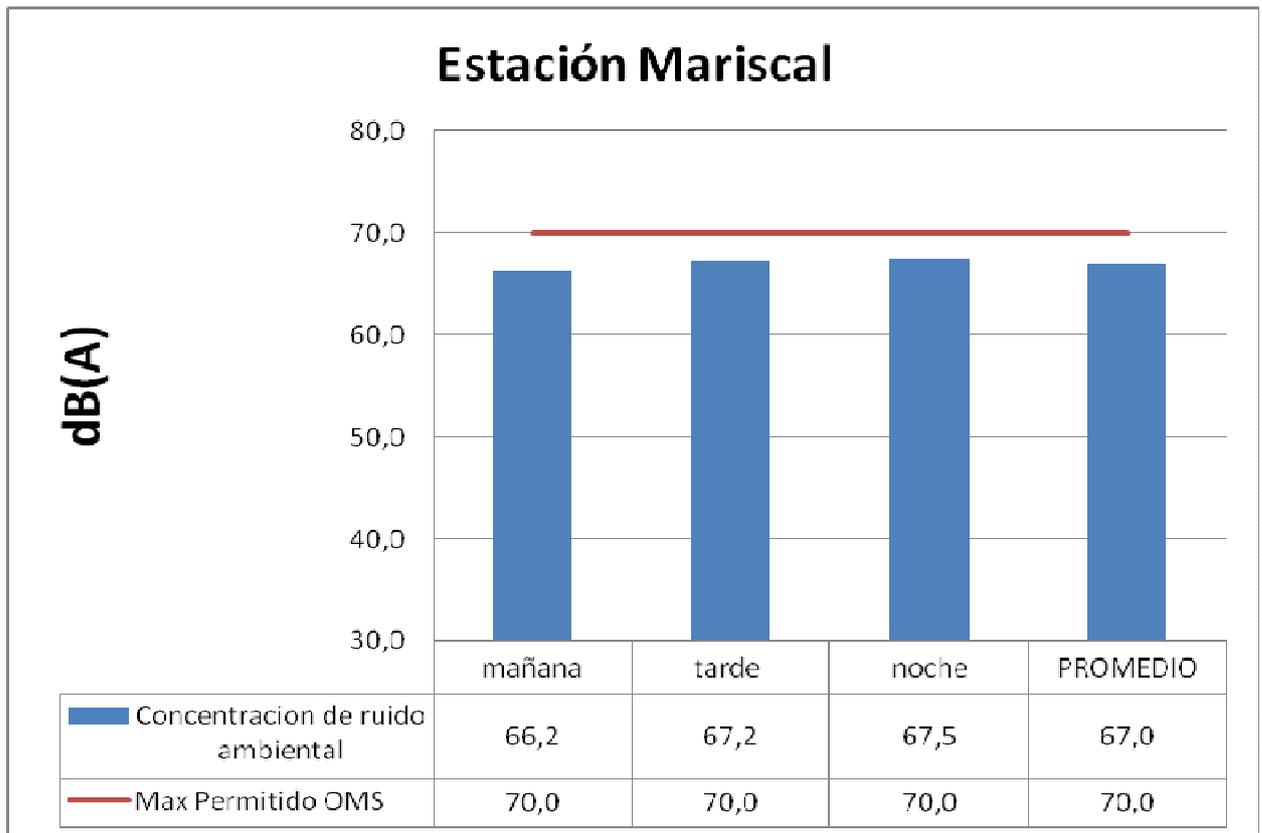
Capítulo IV. Resultados

4.1 RESULTADOS EXPERIMENTALES DE RUIDO

En las siguientes tablas se expresan los resultados obtenidos en los monitoreo realizados en el año 2010 de las estaciones: Mariscal, IESS, Alameda, Centro y Eloy Alfaro.

4.1.1 Estación Mariscal:

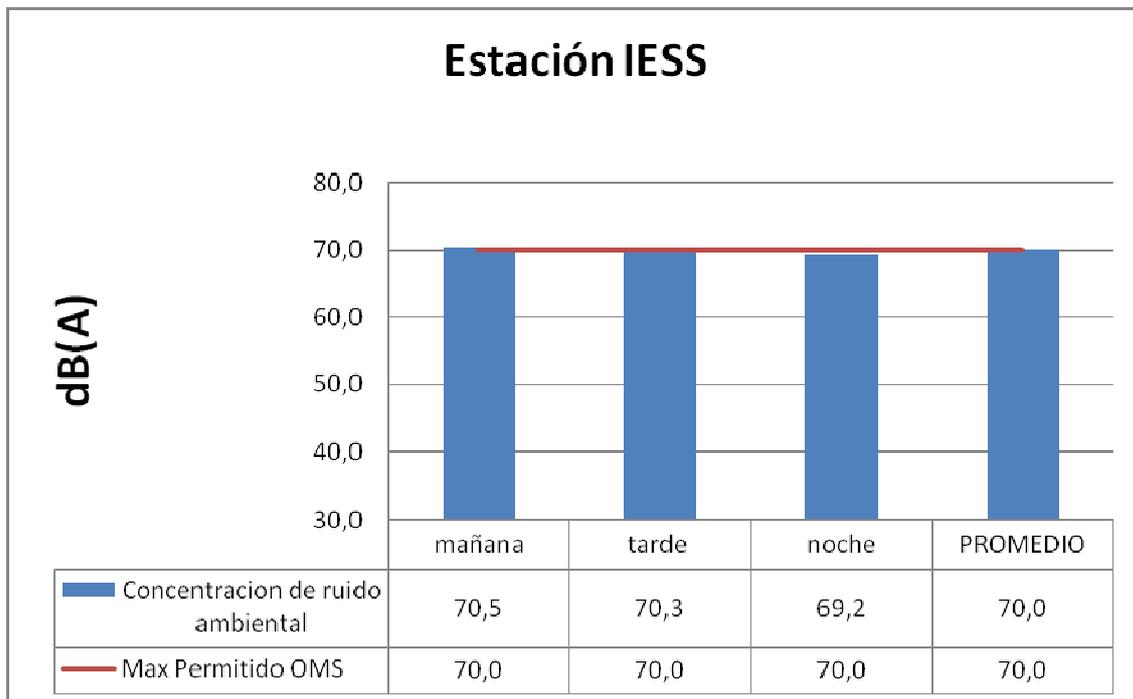
Figura 4.1 Promedios de concentración de ruido estación MARISCAL



(Salazar, 2011)

4.1.2 Estación HOSPITAL DEL SEGURO SOCIAL

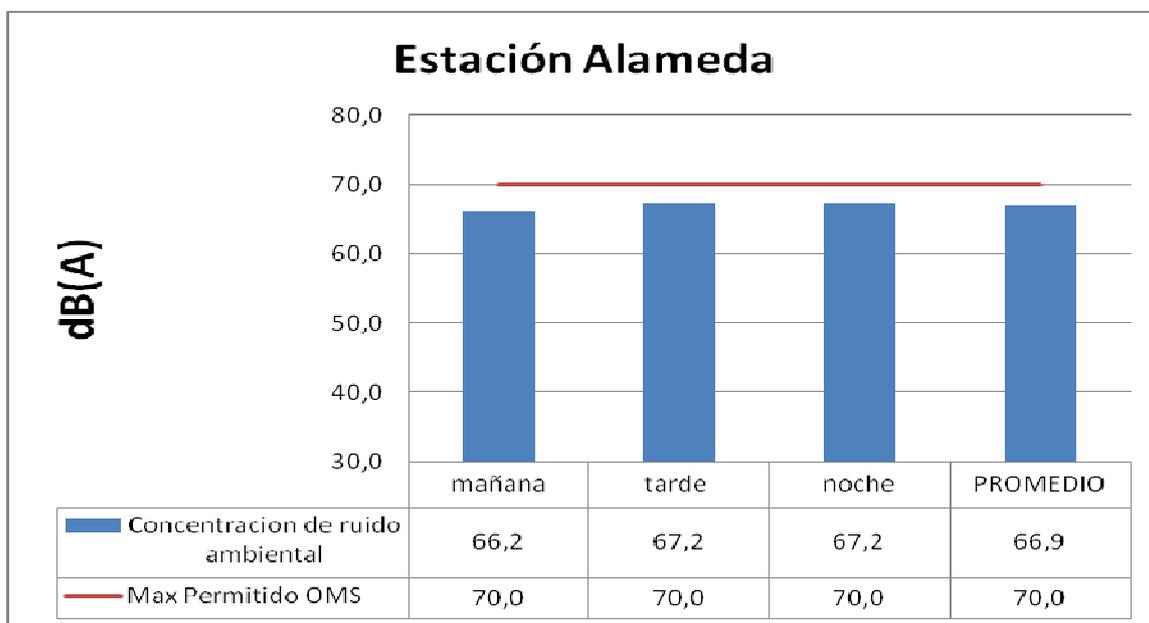
Figura 4.2 Promedios de concentración de ruido estación IESS



(Salazar, 2011)

4.1.3 Estación Alameda

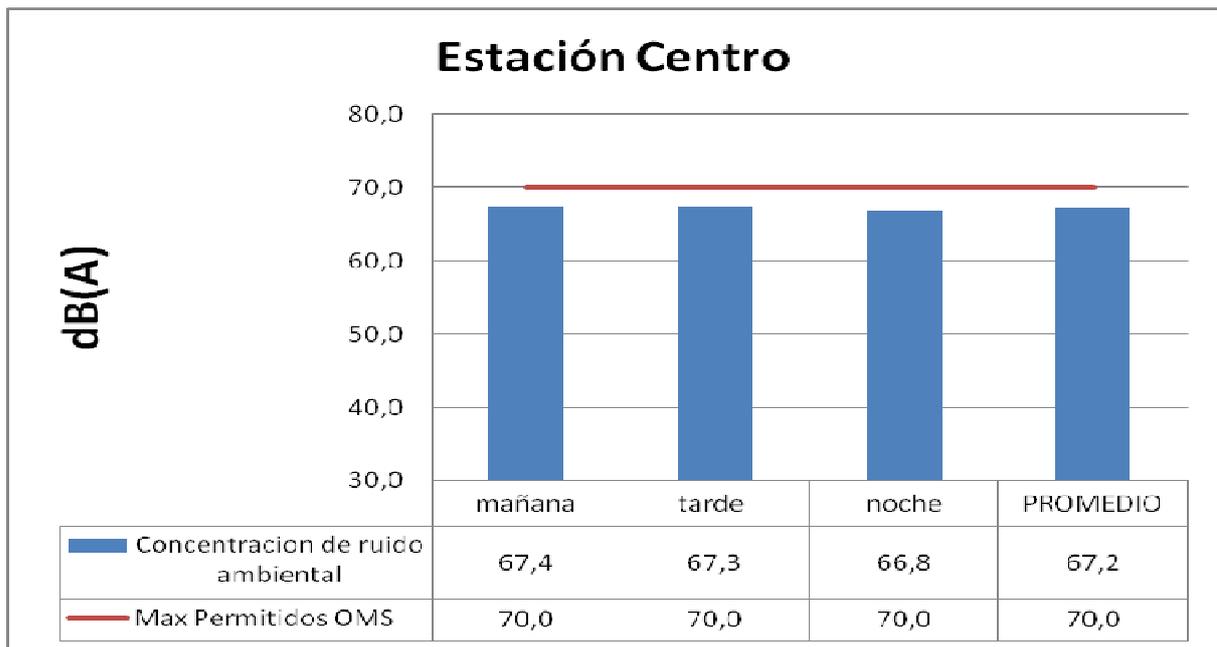
Figura 4.3 Promedios de concentración de ruido estación ALAMEDA



(Salazar, 2011)

4.1.4 Estación Centro

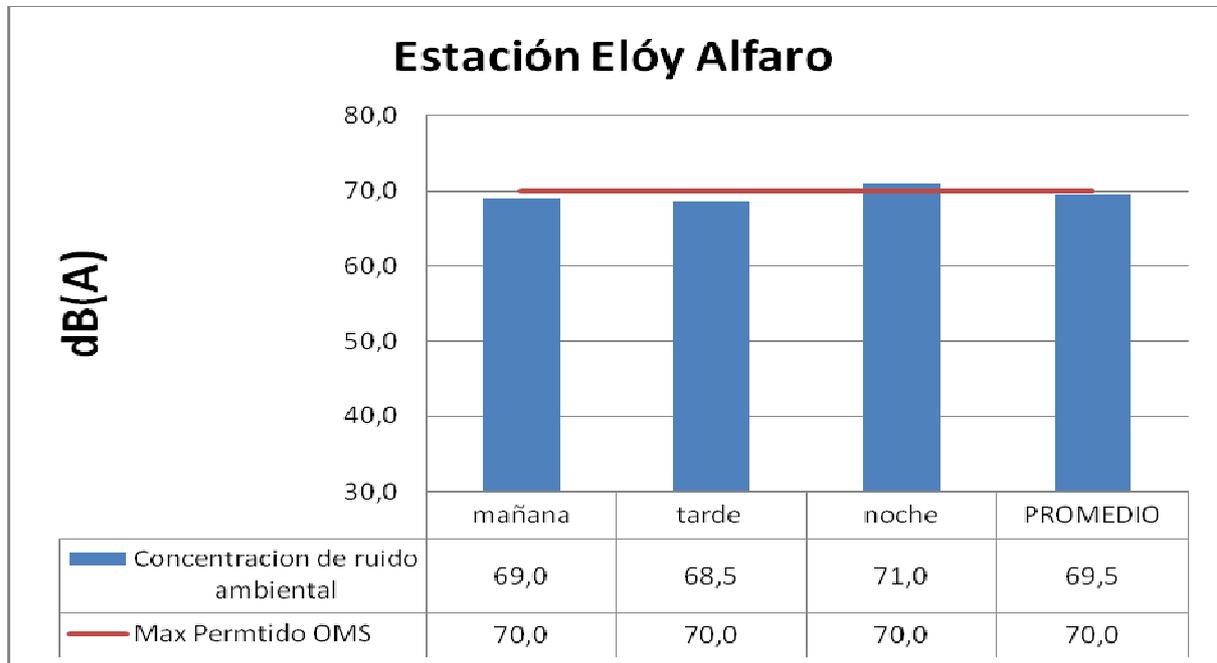
Figura 4.4 Promedios de concentración de ruido estación CENTRO



(Salazar, 2011)

4.1.5 Estación Eloy Alfaro

Figura 4.5 Promedios de concentración de ruido estación ELOY ALFARO



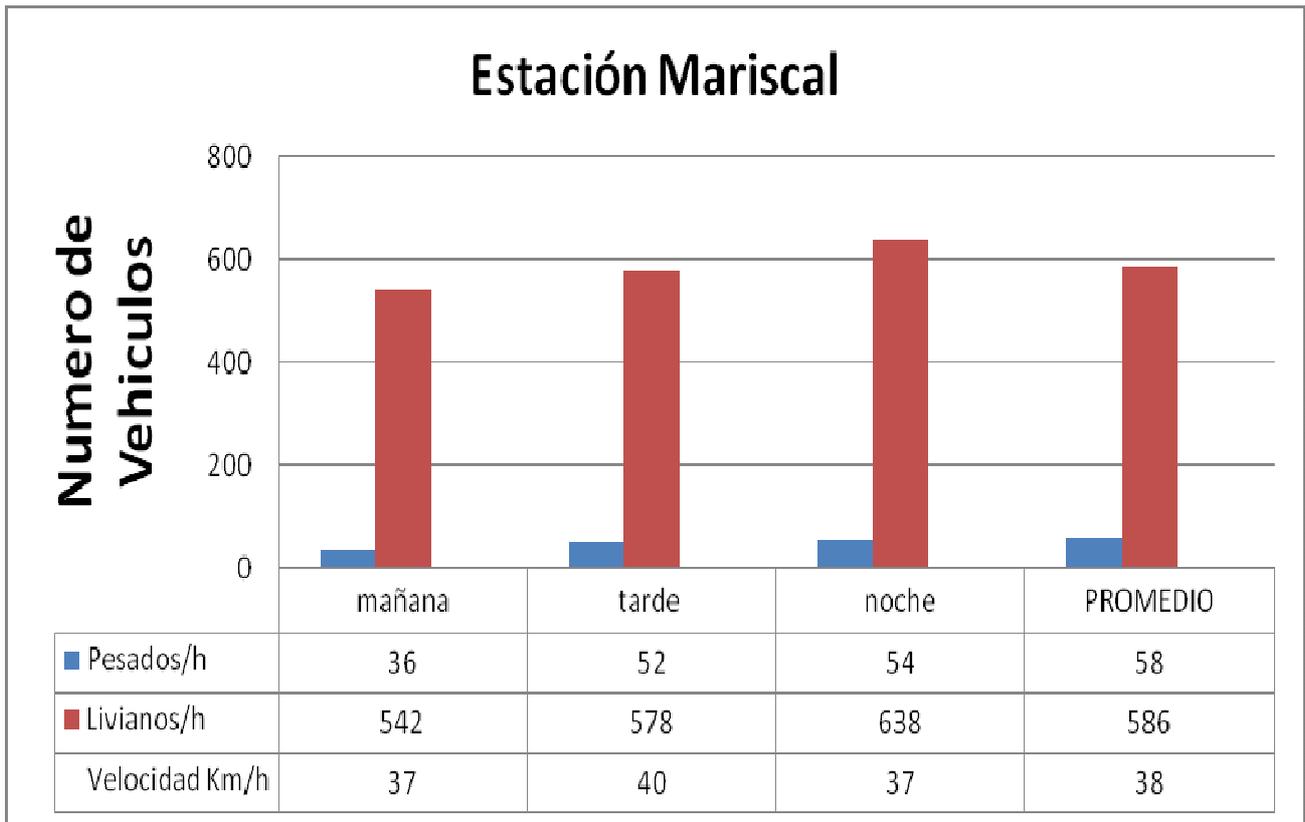
(Salazar, 2011)

4.2 Resultados experimentales conteo de vehículos y velocidades

Las siguientes tablas expresan el número de autos obtenidos por conteo y las velocidades promedio de estos.

4.2.1 Estación Mariscal

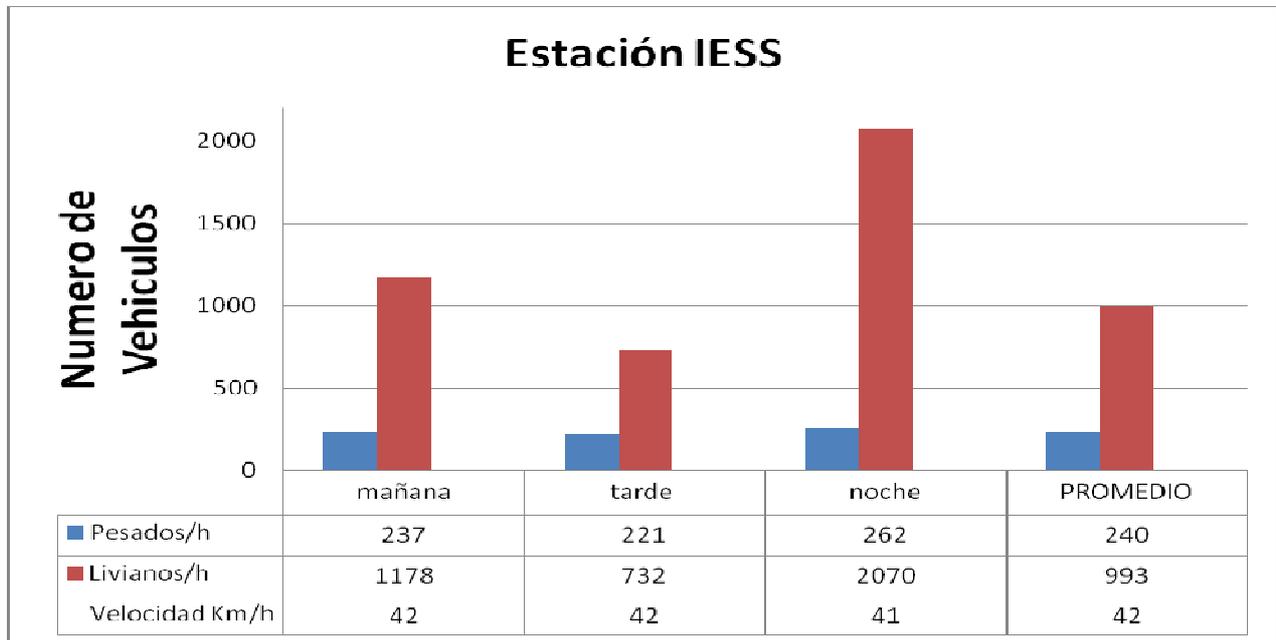
Figura 4.6 Cantidad de Vehículos livianos y pesados estación mariscal



(Salazar, 2011)

4.2.2 Estación Hospital del Seguro Social

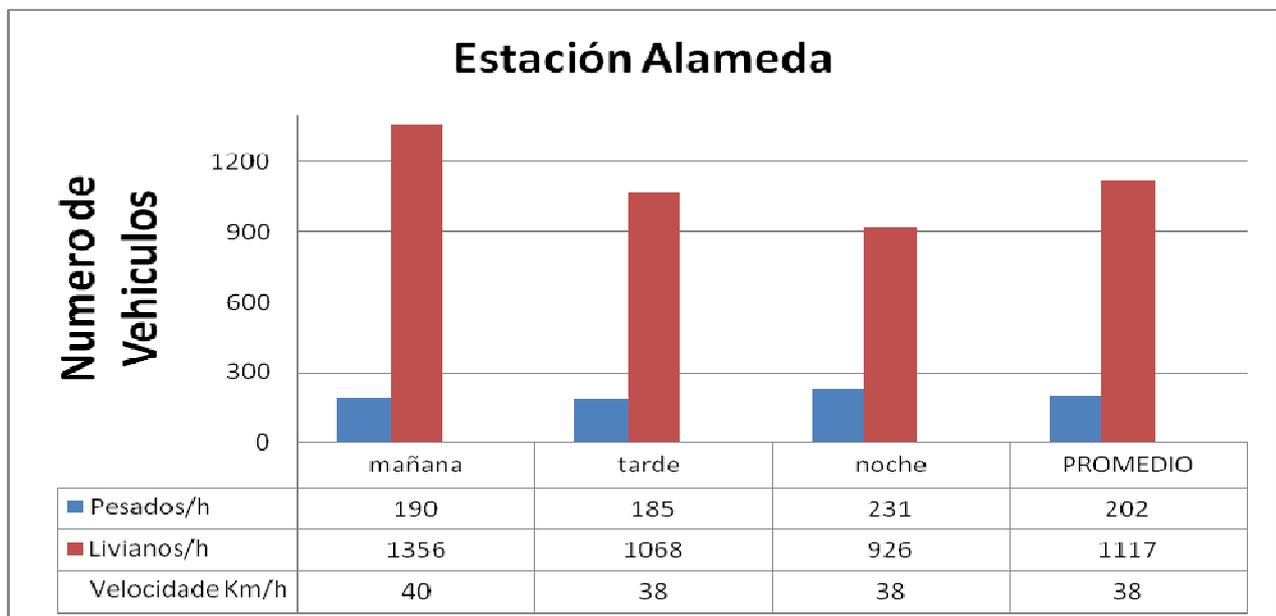
Figura 4.7 Cantidad de Vehículos livianos y pesados estación hospital del seguro social



(Salazar, 2011)

4.2.3 Estación Alameda

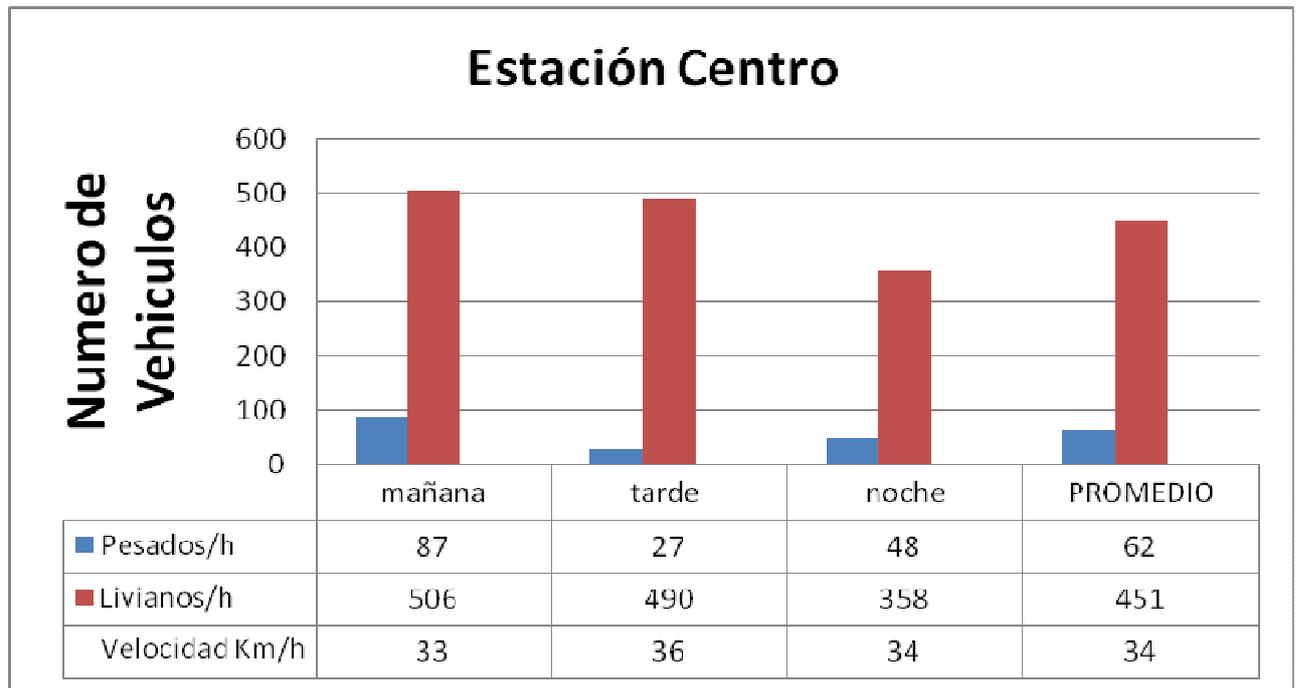
Figura 4.8 Cantidad de Vehículos livianos y pesados estación alameda



(Salazar, 2011)

4.2.4 Estación Centro

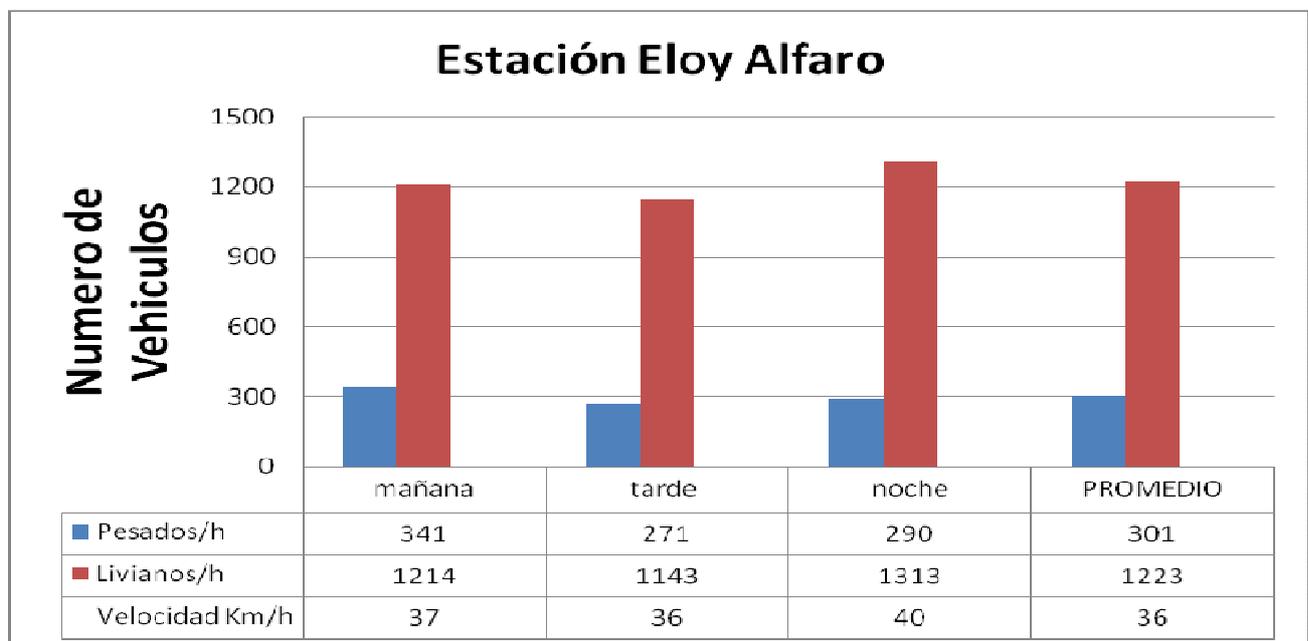
Figura 4.9 Cantidad de Vehículos livianos y pesados estación centro



(Salazar, 2011)

4.2.5 Estación Eloy Alfaro

Figura 4.10 Cantidad de Vehículos livianos y pesados estación Eloy Alfaro

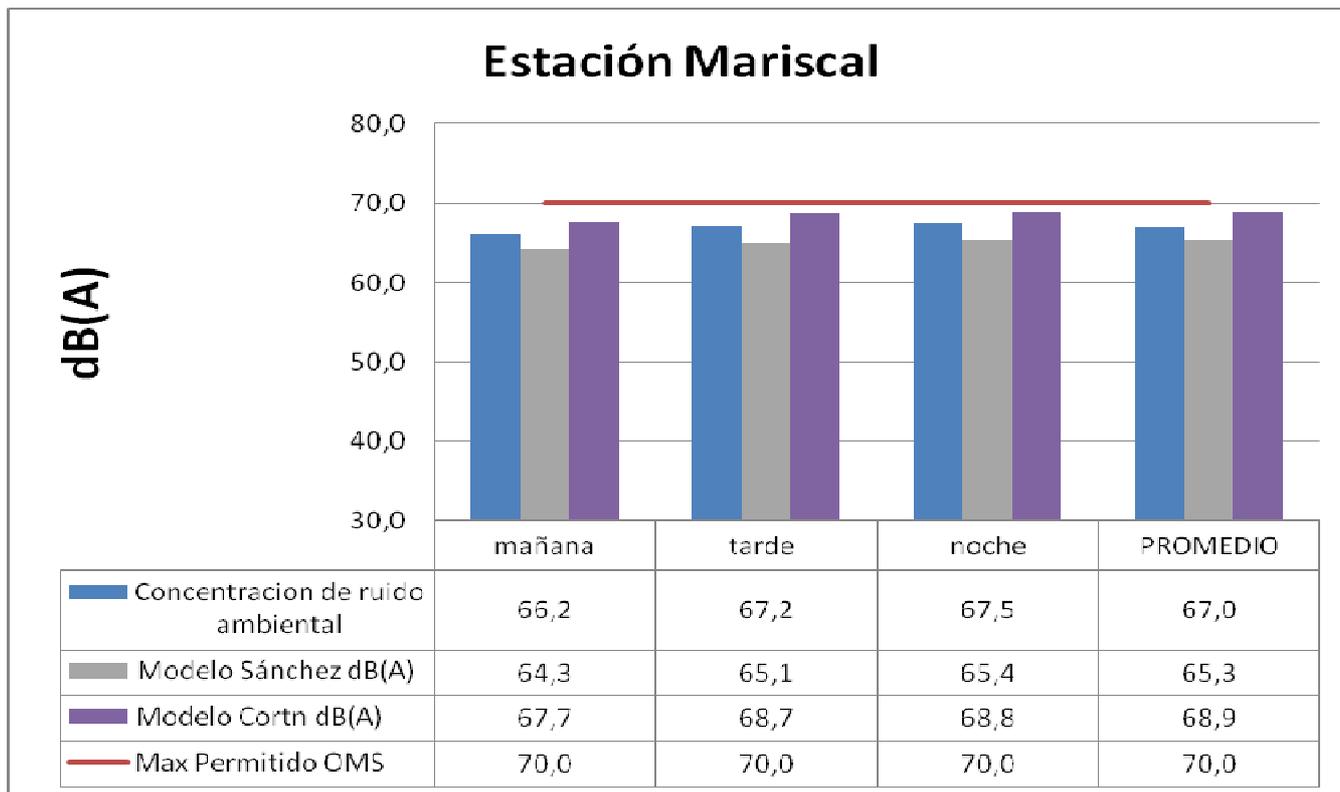


(Salazar, 2011)

4.3 Modelos matemáticos de predicción de ruido vehicular.

4.3.1 Estación Mariscal

Figura 4.11 Comparación de valores experimentales con valores teóricos estación Mariscal



(Salazar, 2011)

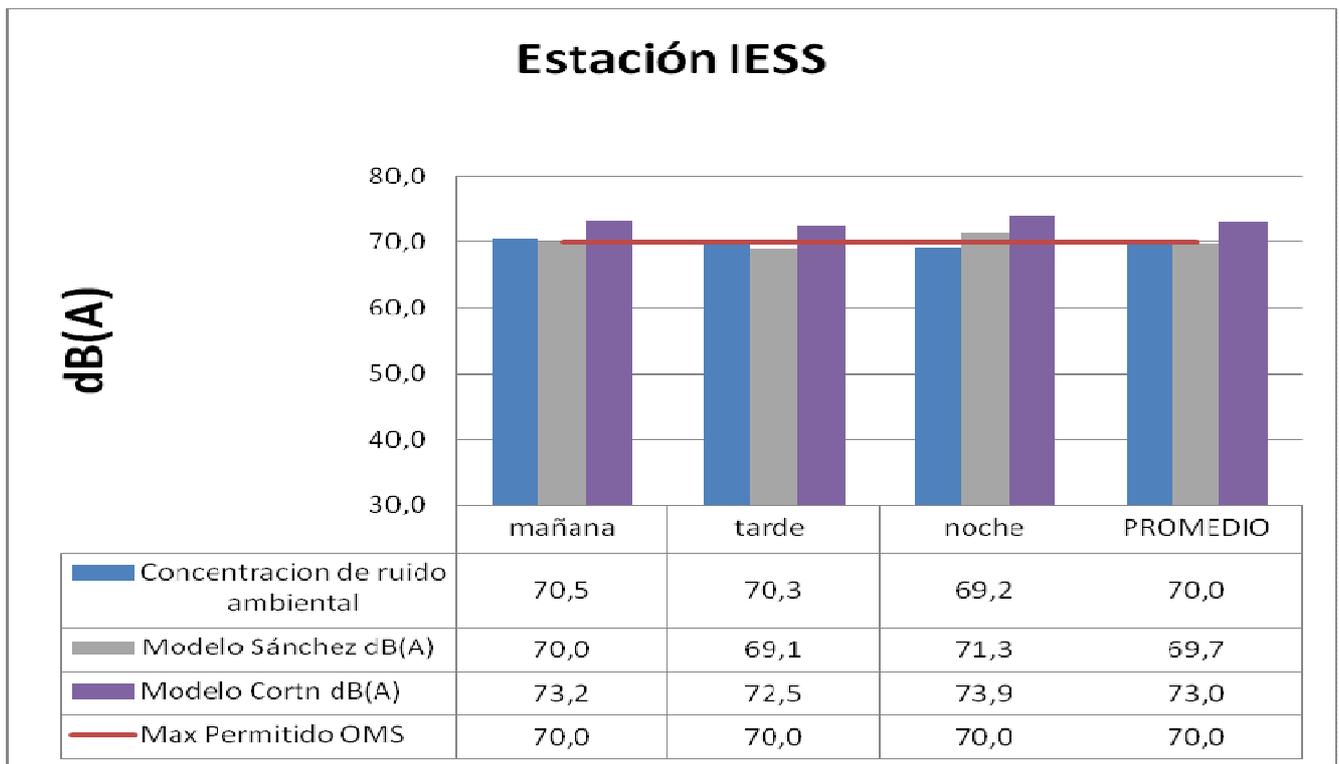
Tabla 4.1 Porcentaje de error de los modelos estación Mariscal

	dB(A) Experimental	Modelo Sánchez		Modelo Cortn	
		dB(A)	%E	dB(A)	%E
mañana	67,4	64,3	4,8%	67,7	0,5%
tarde	67,3	65,1	3,4%	68,7	2,0%
noche	66,8	65,4	2,2%	68,8	2,9%
PROMEDIO	67,2	65,3	2,9%	68,9	2,4%

(Salazar, 2011)

4.3.2 Estación Hospital del Seguro Social

Figura 4.12 Comparación de valores experimentales con valores teóricos estación Hospital de Seguro Social



(Salazar, 2011)

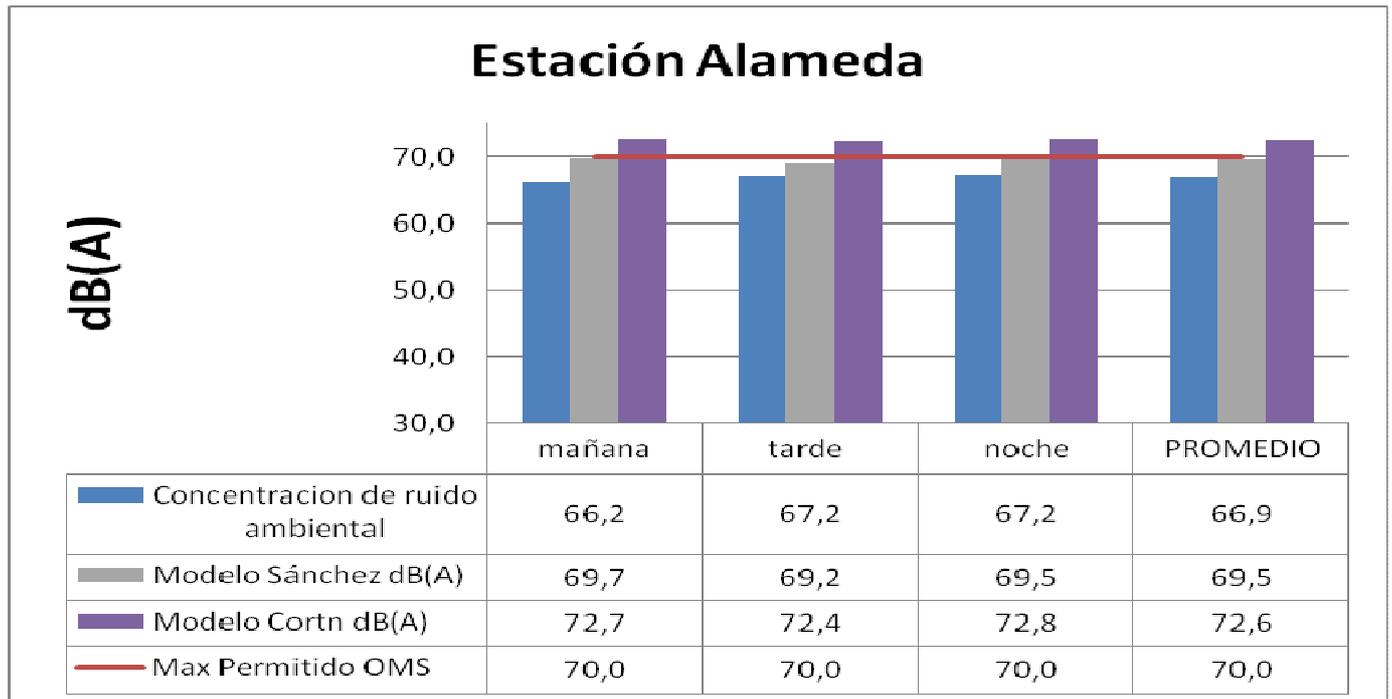
Tabla 4.3 Porcentaje de error de los modelos estación Hospital del Seguro Social

	dB(A) Experimental	Modelo Sánchez		Modelo Cortn	
		dB(A)	%E	dB(A)	%E
Mañana	67,4	70,0	3,7%	73,2	7,9%
tarde	67,3	69,1	2,6%	72,5	7,1%
Noche	66,8	71,3	6,3%	73,9	9,7%
PROMEDIO	67,2	69,7	3,6%	73,0	8,0%

(Salazar, 2011)

4.3.3 Estación Alameda

Figura 4.13 Comparación de valores experimentales con valores teóricos estación Alameda



(Salazar, 2011)

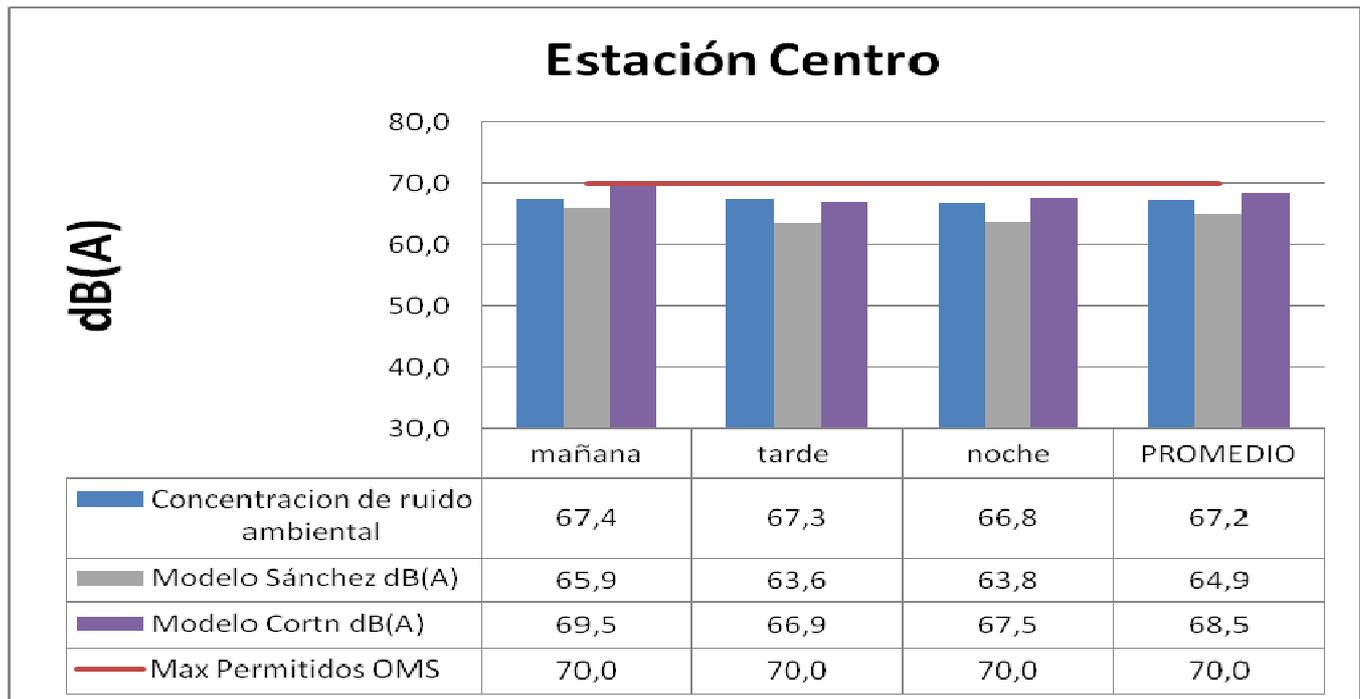
Tabla 4.3 Porcentaje de error de los modelos estación Alameda

	dB(A) Experimental	Modelo Sánchez		Modelo Cortn	
		dB(A)	%E	dB(A)	%E
mañana	67,4	69,7	3,3%	72,7	7,3%
tarde	67,3	69,2	2,7%	72,4	7,0%
noche	66,8	69,5	3,9%	72,8	8,2%
PROMEDIO	67,2	69,5	3,3%	72,6	7,5%

(Salazar, 2011)

4.3.4 Estación Centro

Figura 4.14 Comparación de valores experimentales con valores teóricos Estación Centro



(Salazar, 2011)

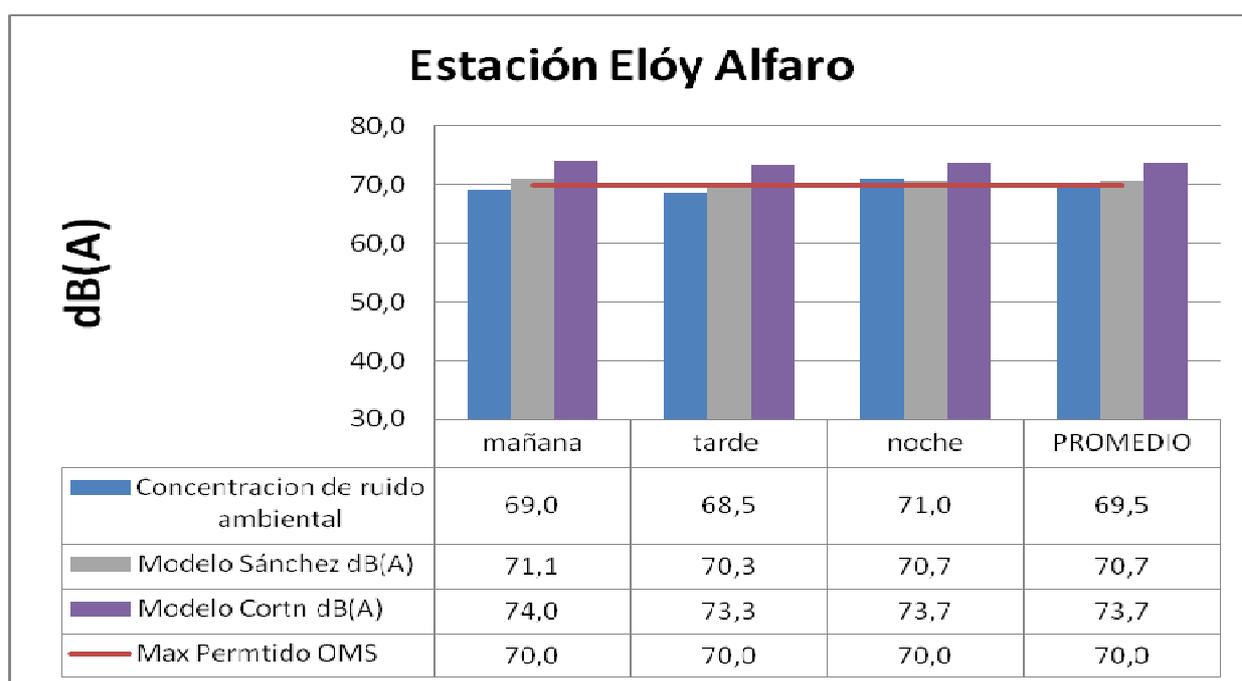
Tabla 4.4 Porcentaje de error de los modelos estación Centro

	dB(A)	Modelo Sánchez		Modelo Cortn	
	Experimental	dB(A)	%E	dB(A)	%E
Mañana	67,4	65,9	2,3%	69,5	3,0%
tarde	67,3	63,6	5,8%	66,9	0,5%
noche	66,8	63,8	4,7%	67,5	1,1%
PROMEDIO	67,2	64,9	3,6%	68,5	1,9%

(Salazar, 2011)

4.3.5 Estación Eloy Alfaro

Figura 4.15 Comparación de valores experimentales con valores teóricos estación Eloy Alfaro



(Salazar, 2011)

Tabla 4.5 Porcentaje de error de los modelos estación Eloy Alfaro

	dB(A) Experimental	Modelo Sánchez		Modelo Cortn	
		dB(A)	%E	dB(A)	%E
mañana	67,4	71,1	5,1%	74,0	8,9%
tarde	67,3	70,3	4,3%	73,3	8,2%
noche	66,8	70,7	5,5%	73,7	9,4%
PROMEDIO	67,2	70,7	5,0%	73,7	8,8%

(Salazar, 2011)

4.4 Clasificación de Vías según Variables Consideradas y Asignación de Valores de Ruido

Las vías que no constan con información del número de vehículos son a las que se les dio el valor experimental.

Tabla 4.6 Clasificación de Vías y Asignación de Valores de Ruido Zona Norte 2

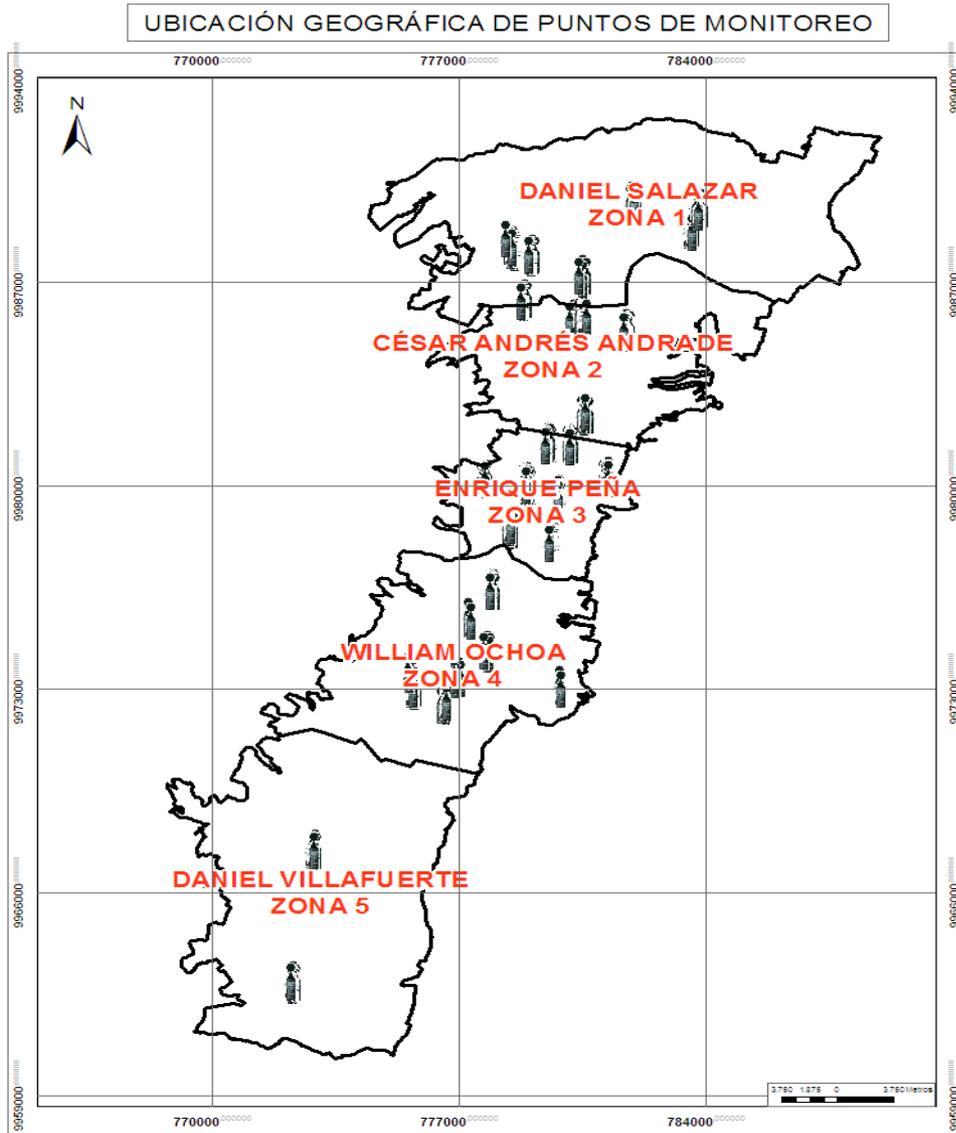
Tipo de Vía	Nombre de vía	Vehículos-hora							Ancho de la Vía (m)	Estado de la Vía	Uso del Suelo	Promedio (dBA)			
		Livianos			Pesados %			Mañana				Tarde	Noche	Promedio	
		Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche								
A1	Avenida	Panamericana Norte	2326	2561	1472	11,36%	11,92%	14,92%	8-48	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Residencial 1	74,2	74,4	72	73,5
A2	Avenida	La Prensa	1895	2450	1696	10%	10%	6%	12-38	Cemento hormigón y asfalto rugoso	múltiple, Residencial 2y3, equipamiento,	72	71,9	70,7	71,5
A3	Avenida	Eloy Alfaro	2788	2607	3226	4,67%	5,24%	4,62%	26-44	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple, Residencial 3	73,4	73,8	70,6	72,6
A4	Avenida	M. Córdova Galarza	2369	2916	3601	7,24%	6,19%	3,64%	20-30	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Residencial 2y3, Industrial 3, Equipamiento,	70,6	69,4	67	69,0
A5	Avenida	J. Roldos	734	792	762	10,79%	8,18%	7,02%	10-40	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple, Residencial 2, Equipamiento	72	72	71	71,7
A6	Avenida	Diego de Vásquez	1895	2450	1696	10%	10%	6%	40-60	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple	72,9	73,5	70,7	72,4
A7	Avenida	G. Plaza L.	3450	3197	2298	12%	8%	4%	24-50	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple, Residencial 3	73,40	73,40	73,2	73,3
A8	Avenida	Giovanni Galles							10-18	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple, Residencial 1,2,3, Equipamiento, Industrial 2	71	73,5	73,7	72,7
A9	Avenida	M. Sucre	1587	1512	1105	7,60%	7,25%	5,78%	20-69	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple, Residencial 1y2, Equipamiento	71,7	70,4	68,4	70,2
C1	Calle	Rep. Dominicana							16	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Residencial 2, Equipamiento	62,5	62,3	59,1	61,3
C2	Calle	Luis Vaccari							16-20	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple, Residencial 3, Equipamiento	72,3	73,1	69,4	71,6

C3	Calle	Eucaliptos							10-30	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple, Residencial 2y3, Equipamiento, Industrial 2y3	73,4	73,4	73,2	73,3
C4	Calle	Gral. J. Guerrero							11-16	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple, Residencial 2y3, Equipamiento,	63,9	64,3	59,9	62,7
C5	Calle	R. Chiriboga							16-42	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple, Residencial 2y3, Equipamiento	73	72,9	71	72,3
C6	Calle	Santa Teresa							10-16	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple, Residencial 2y3, Equipamiento,	63,1	65,4	57,9	62,1
C7	Calle	Angel Ludena							10	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple, Residencial 2y3, Equipamiento,	67	65,8	61,9	64,9
C8	Calle	Rumihurco	2575	2632	2414	6,01%	4,72%	3,46%	10	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Residencial 2	61	65	59	61,7
C9	Calle	R. Heredia	308	306		1,20%	1,47%		10-20	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple ,residencial 2y3	63	65,5	58	62,2
C10	Calle	José H. Figueroa	385	337		7,15%	6,91%		12-44	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple ,residencial 2y3, equipamiento	63	65	59	62,3
C11	Calle	Machala	443	444		3,36%	3,62%		4-28	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple, Residencial 1,2,3, Equipamiento	63	66	63	64,0
C12	Calle	Bernardo Legarda	2308	3085	1748	9%	9%	6%	6-20	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Múltiple, Residencial 2, Equipamiento	74	73	70	72,3
C13	Calle	El Vergel							6	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Residencial 3	69,3	72,4	59,4	67,0
C14	Calle	Las Piedras							6	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Residencial 3	56,7	65,4	64,8	62,3
C15	Calle	Alfonso del Hierro							14	Cemento hormigón y asfalto rugoso	Residencial 2	60,1	64,6	57,8	60,8

(Salazar, 2011)

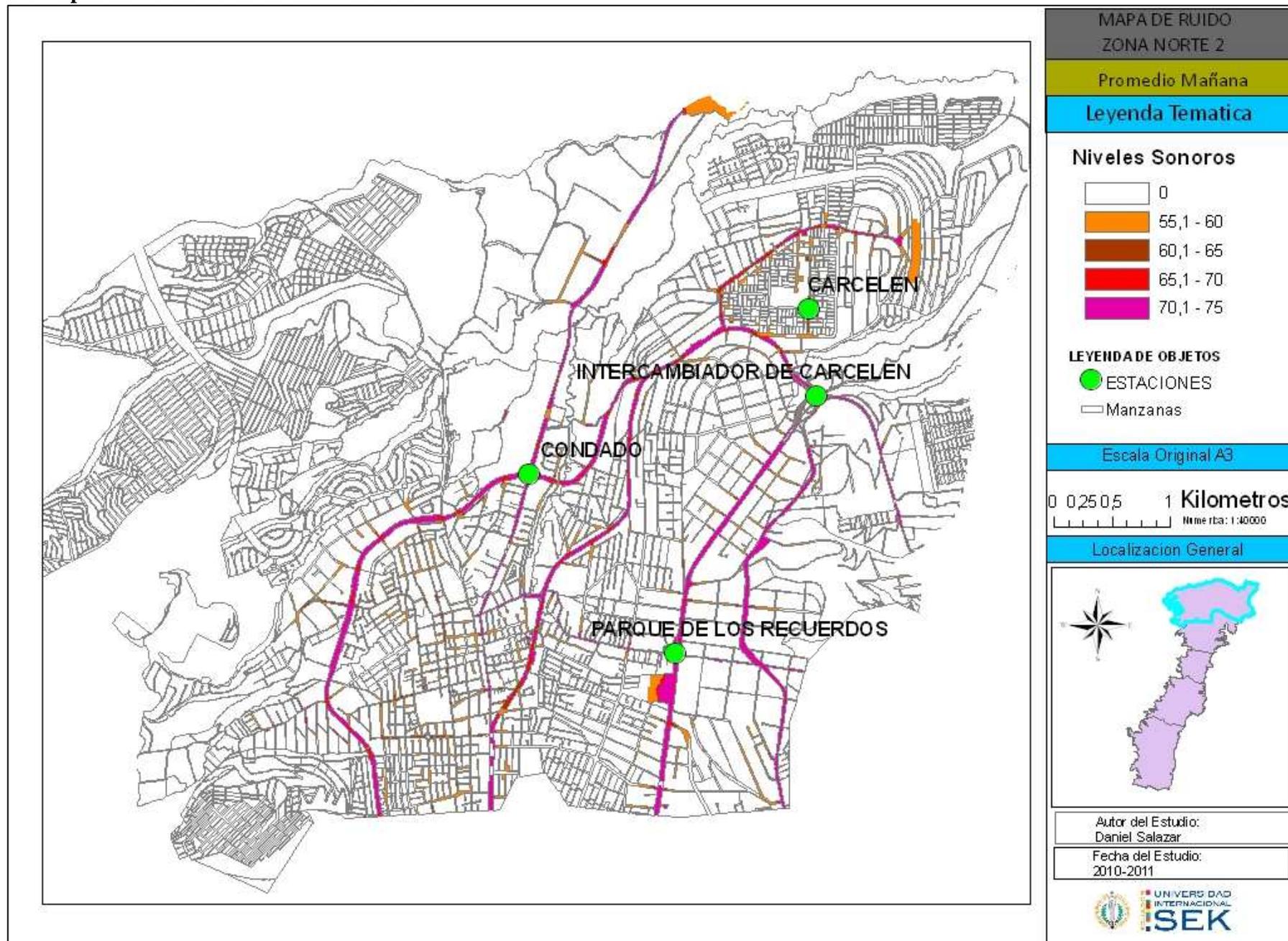
4.5 MAPAS DE RUIDO ZONA NORTE 2

Para la elaboración de los mapas de ruido se dividió a Quito en 5 zonas, la realización del mapa de ruido de la zona Norte 2 se realizo con los monitoreos realizados en los periodos anteriores y los datos incluidos anteriormente fueron utilizados para la elaboración de mapas tanto de la zona Centro como en la zona Centro-Norte, Todos los rangos de niveles sonoros en los mapas están expresados en dB(A).



(Salazar, 2011)

4.5.1. Mapas de Ruido Zona Norte 2 Mañana



MAPA DE RUIDO
ZONA NORTE 2

Promedio Mañana

Legenda Tematica

Niveles Sonoros

- 0
- 55,1 - 60
- 60,1 - 65
- 65,1 - 70
- 70,1 - 75

LEYENDA DE OBJETOS

- ESTACIONES
- Manzanas

Escala Original A3

0 0,25 0,5 1 Kilometros
Escala: 1:40000

Localizacion General

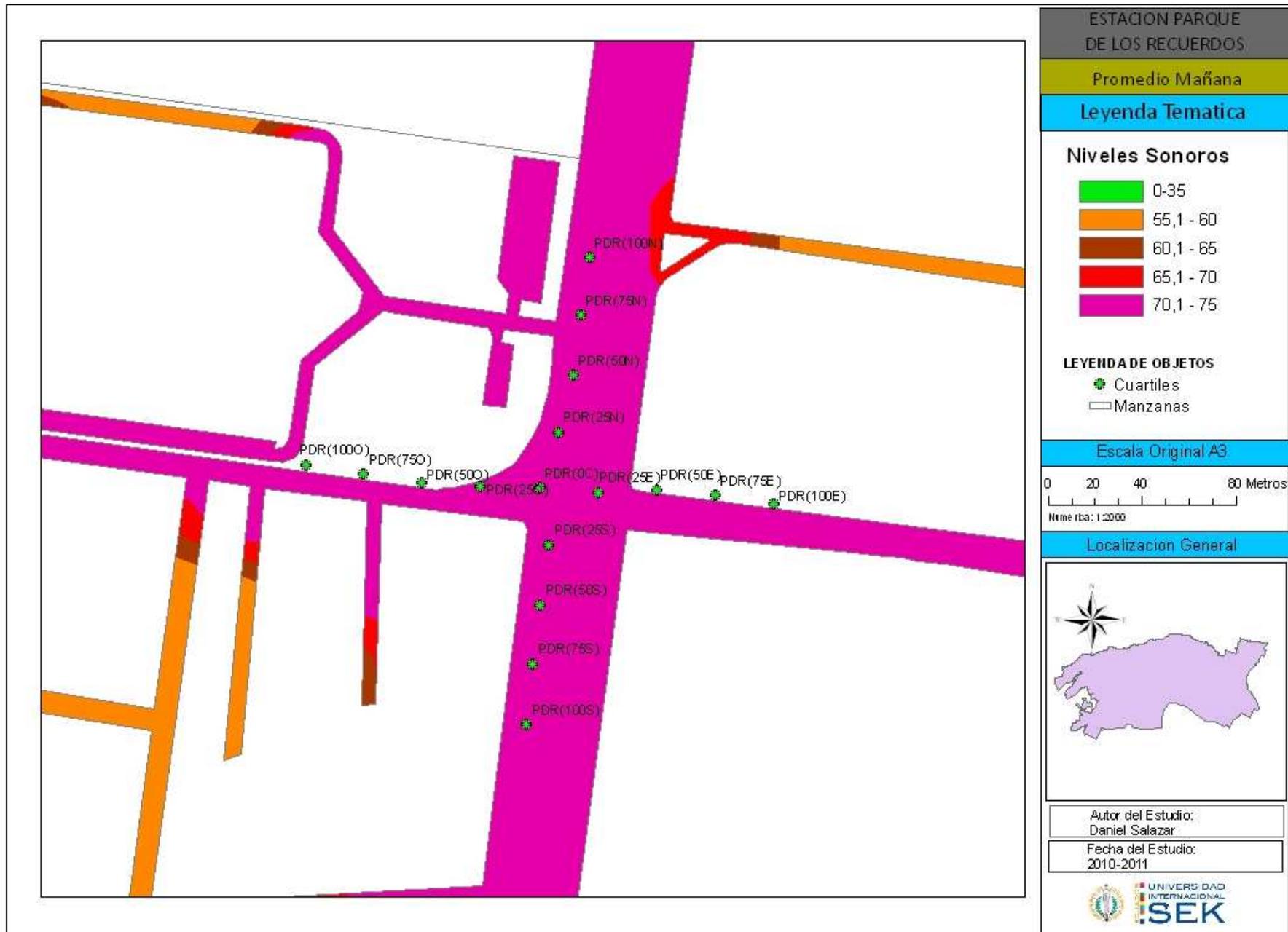


Autor del Estudio:
Daniel Salazar

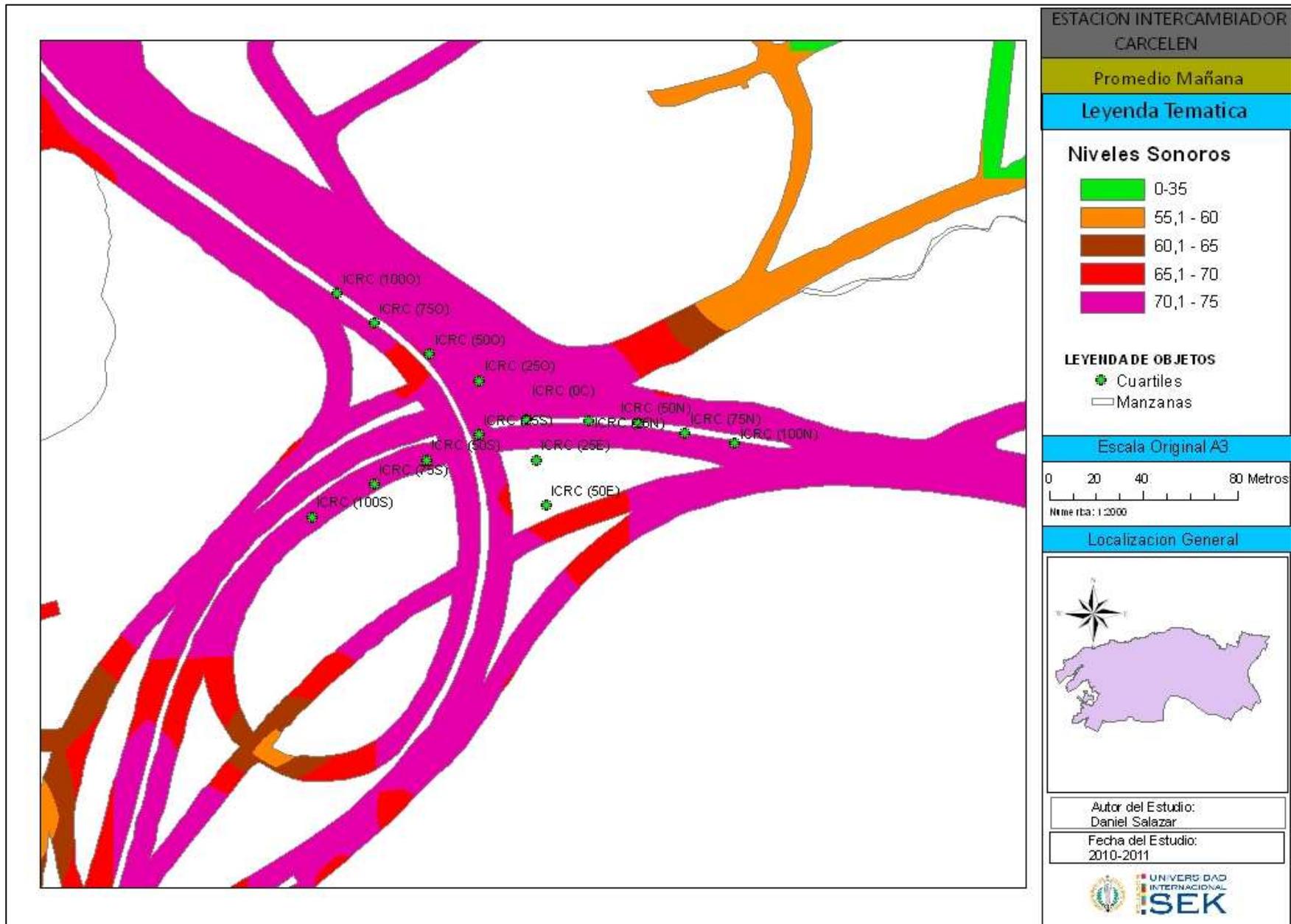
Fecha del Estudio:
2010-2011



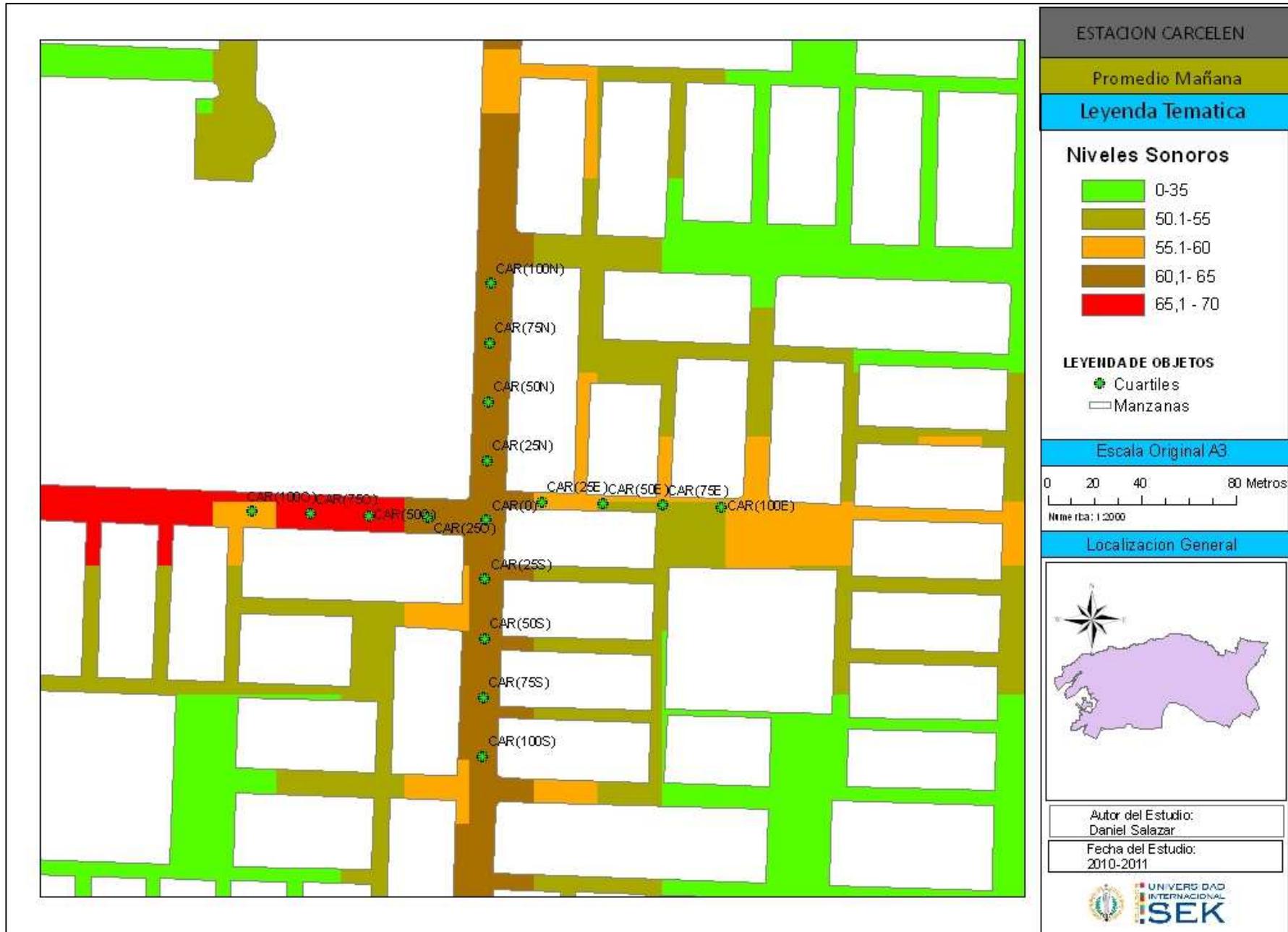
4.5.1.1 Estación Parque de los Recuerdos



4.5.1.2 Estación Intercambiador Carcelén



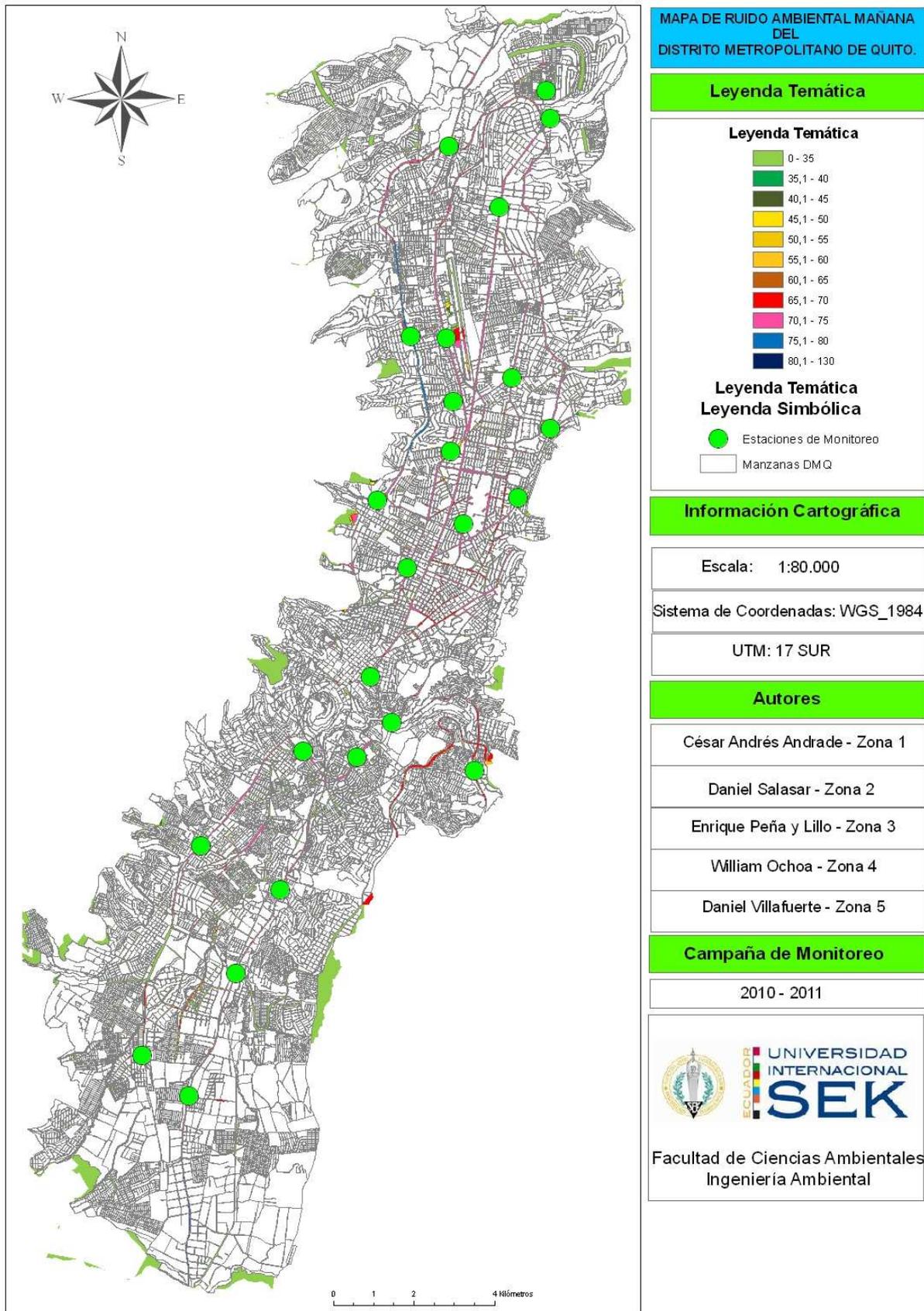
4.5.1.3 Estación Carcelén



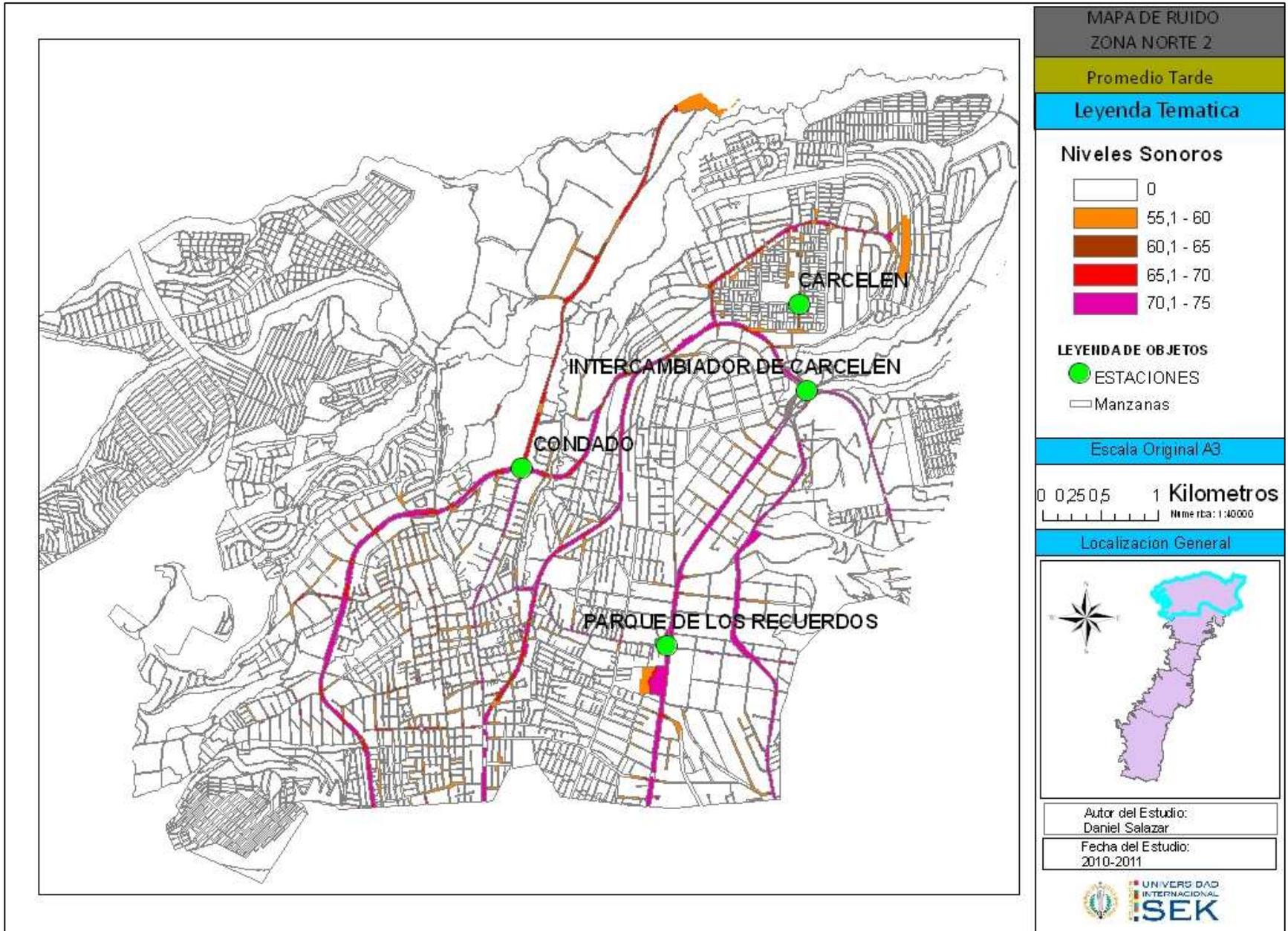
4.5.1.4 Estación Condado



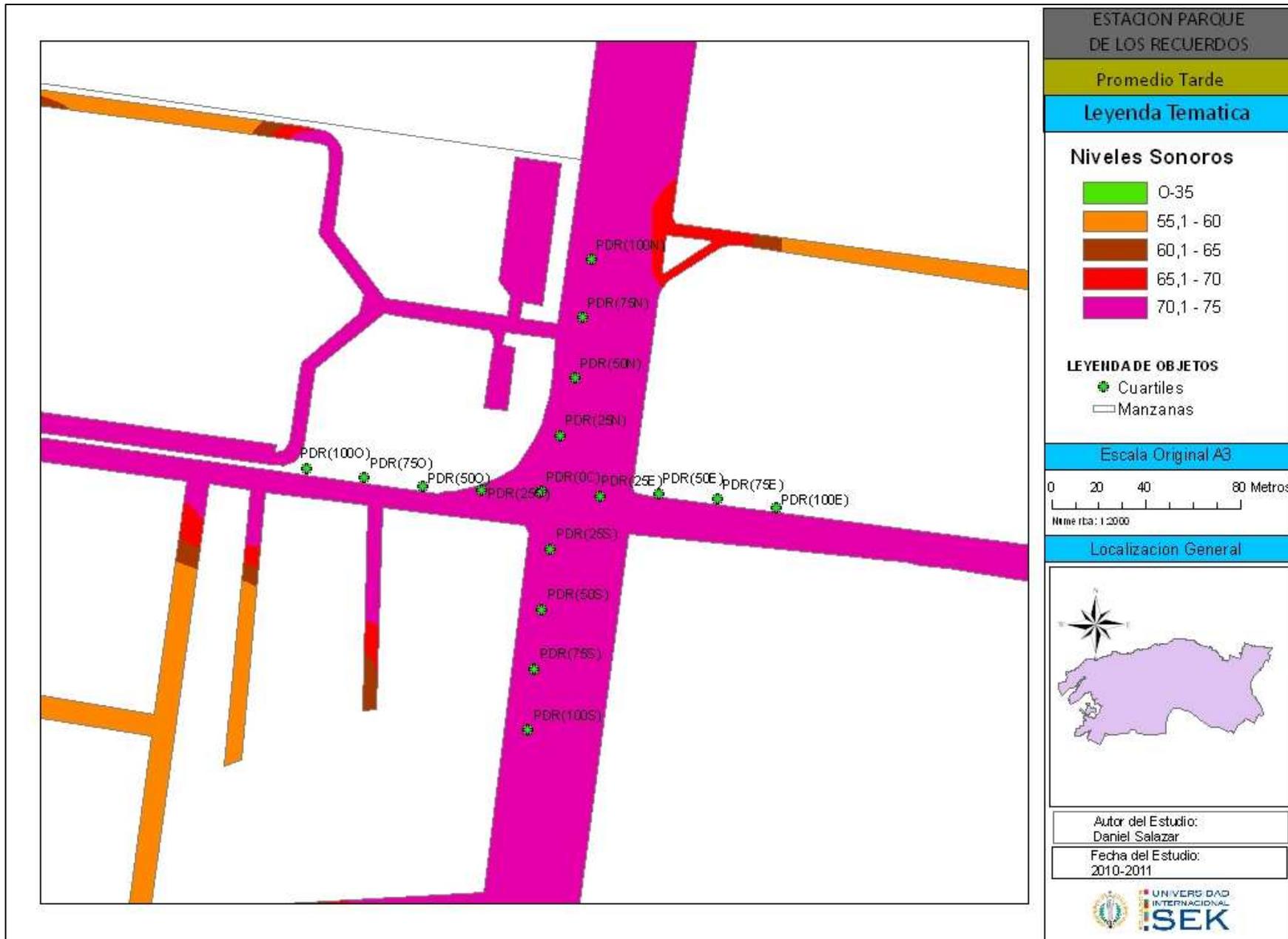
4.5.1.5 Mapa General Mañana.



4.5.2 Mapas Tarde Zona Norte 2



4.5.2.1 Estación Parque de los Recuerdos



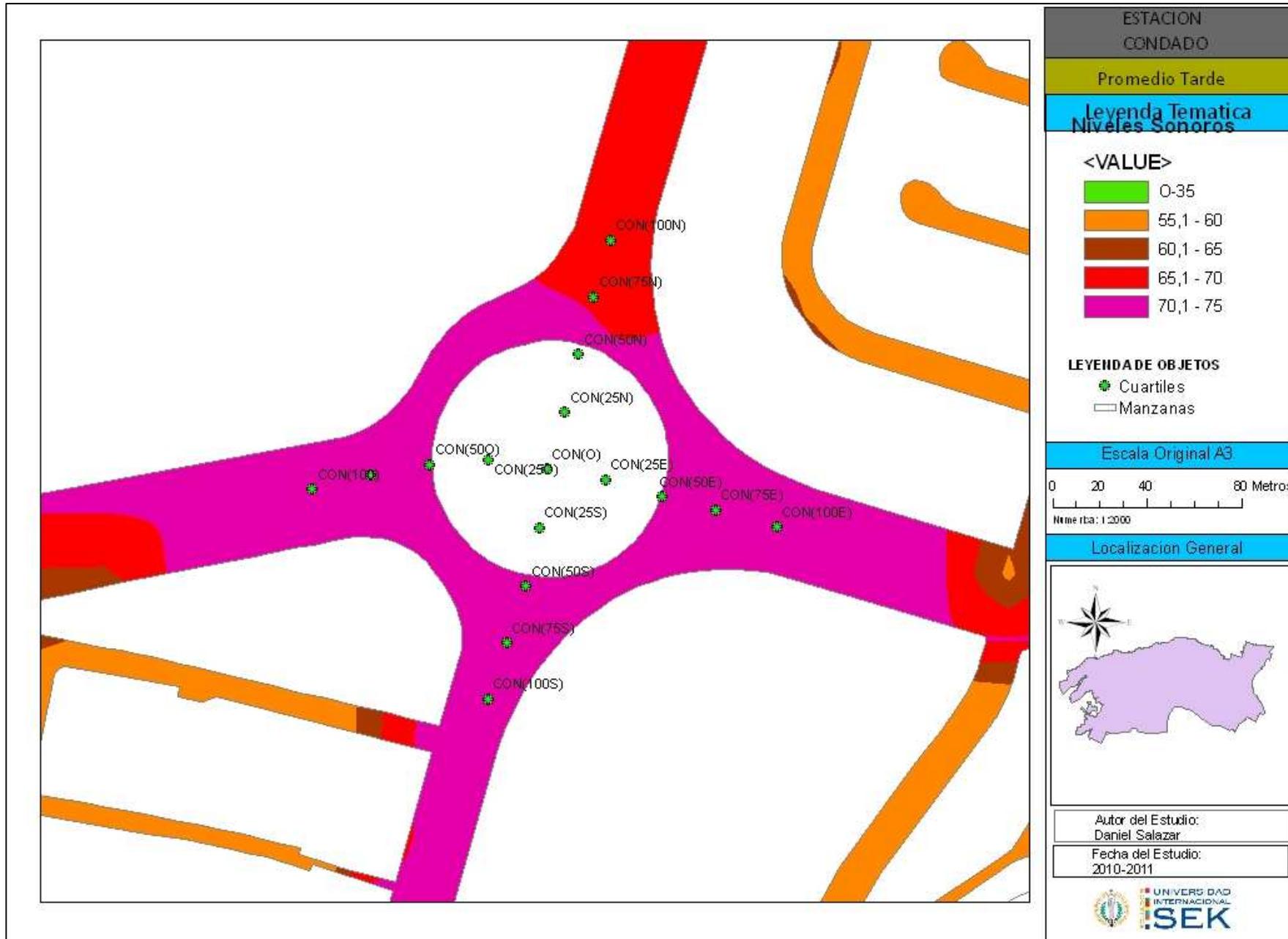
4.5.2.2 Estación Intercambiador Carcelén



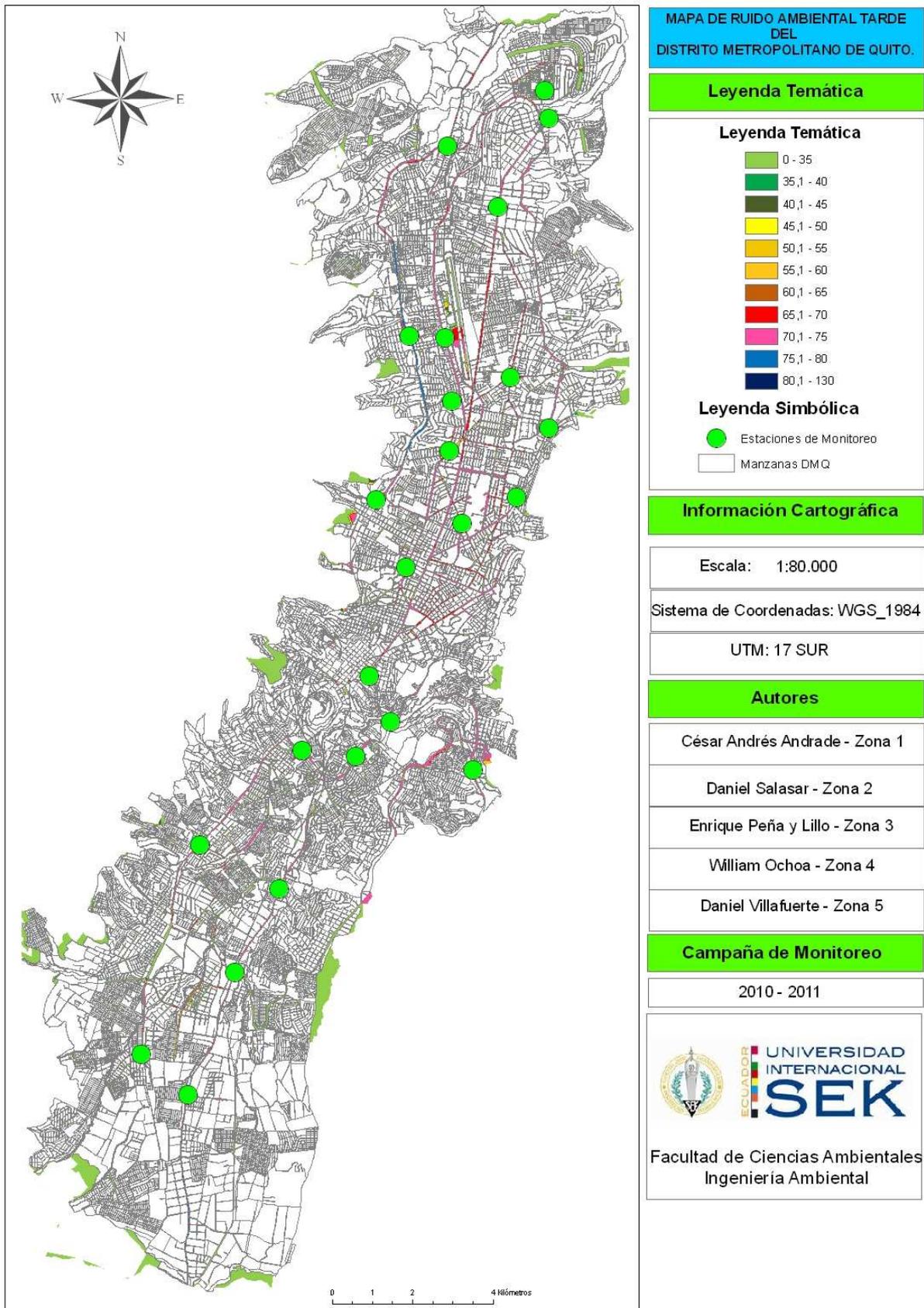
4.5.2.3 Estación Carcelén



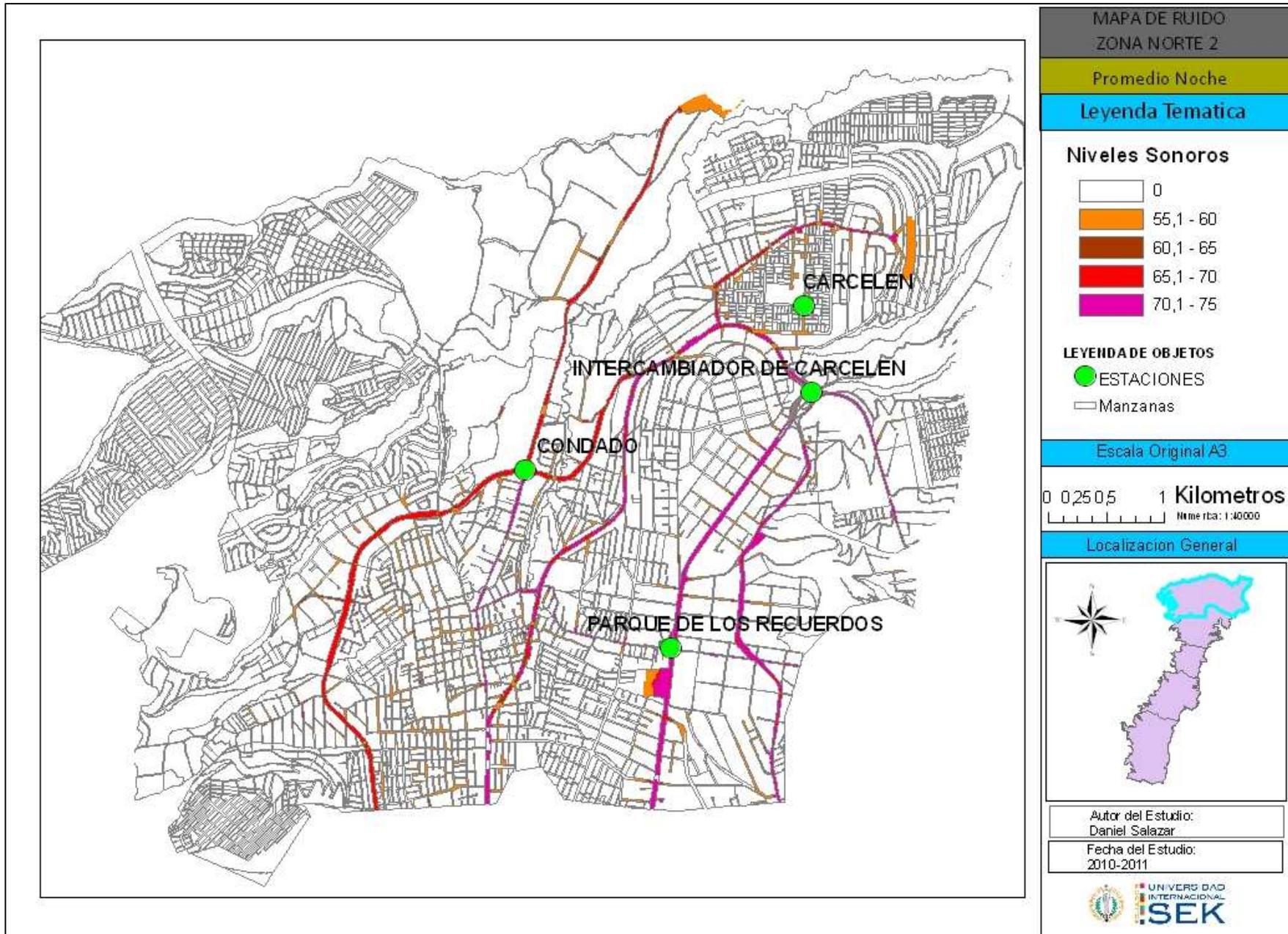
4.5.2.4 Estación Condado



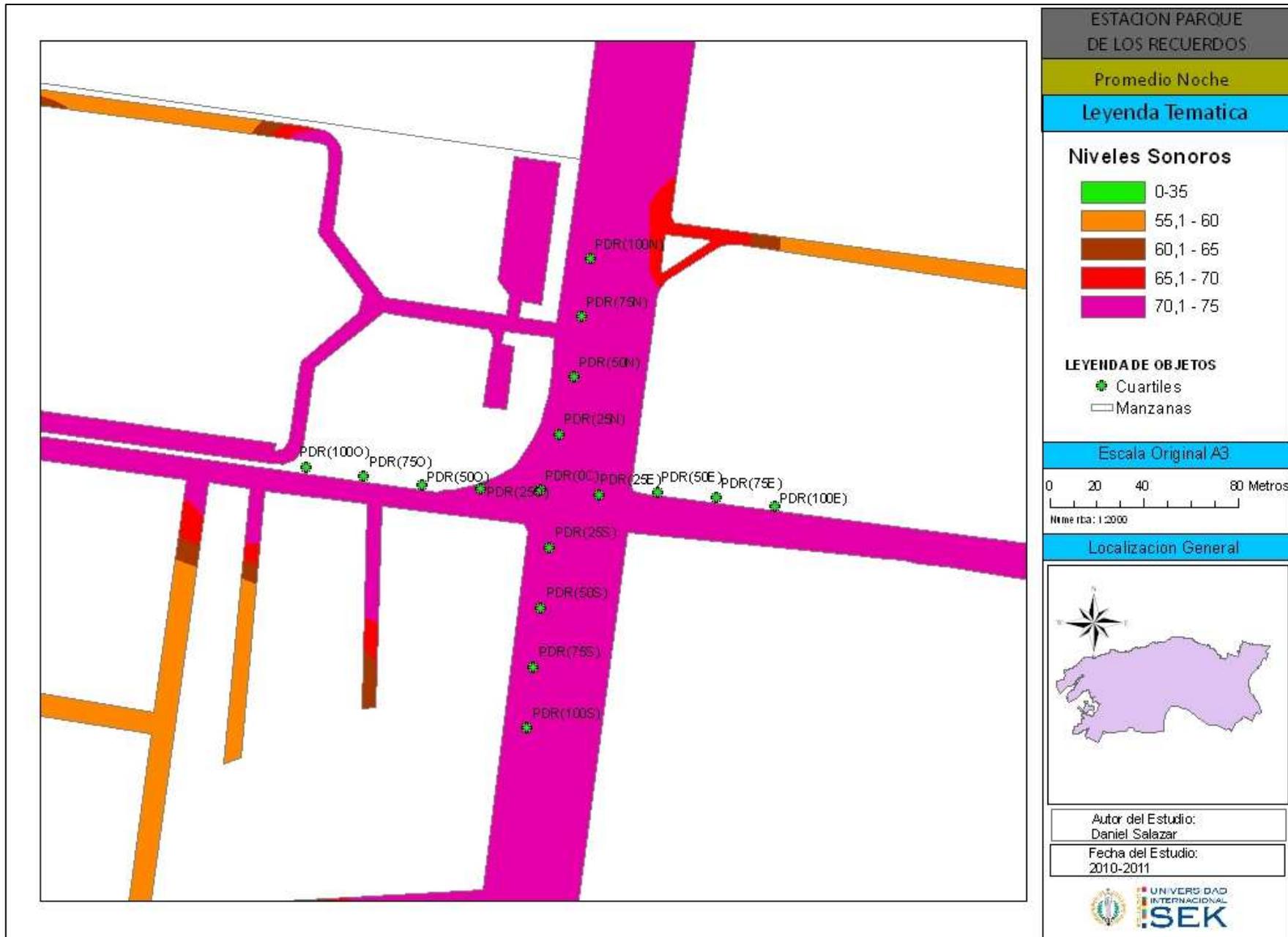
4.5.2.5 Mapa General Tarde.



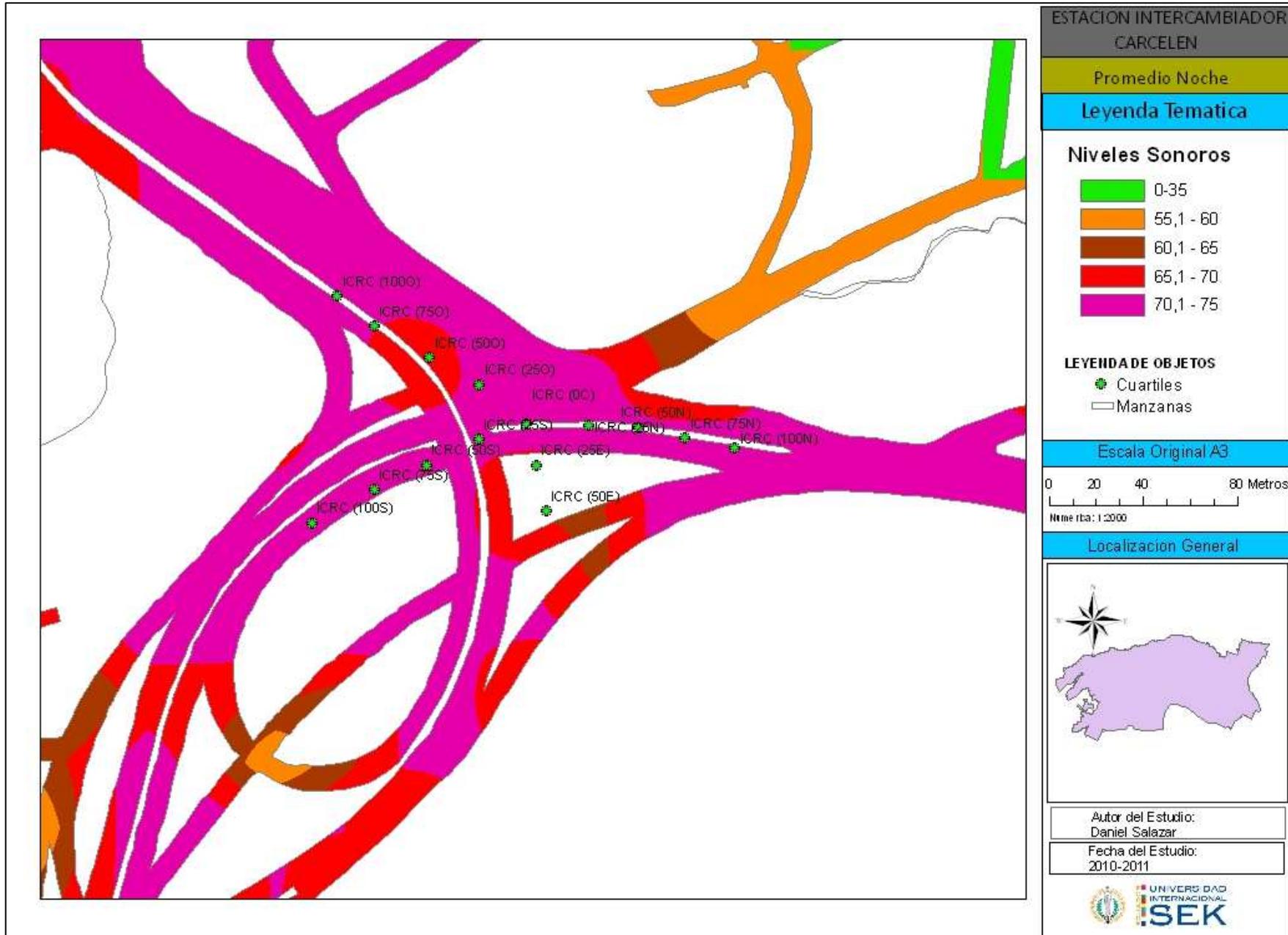
4.5.3 Mapas Tarde Zona Norte 2



4.5.3.1 Estación Parque de los Recuerdos



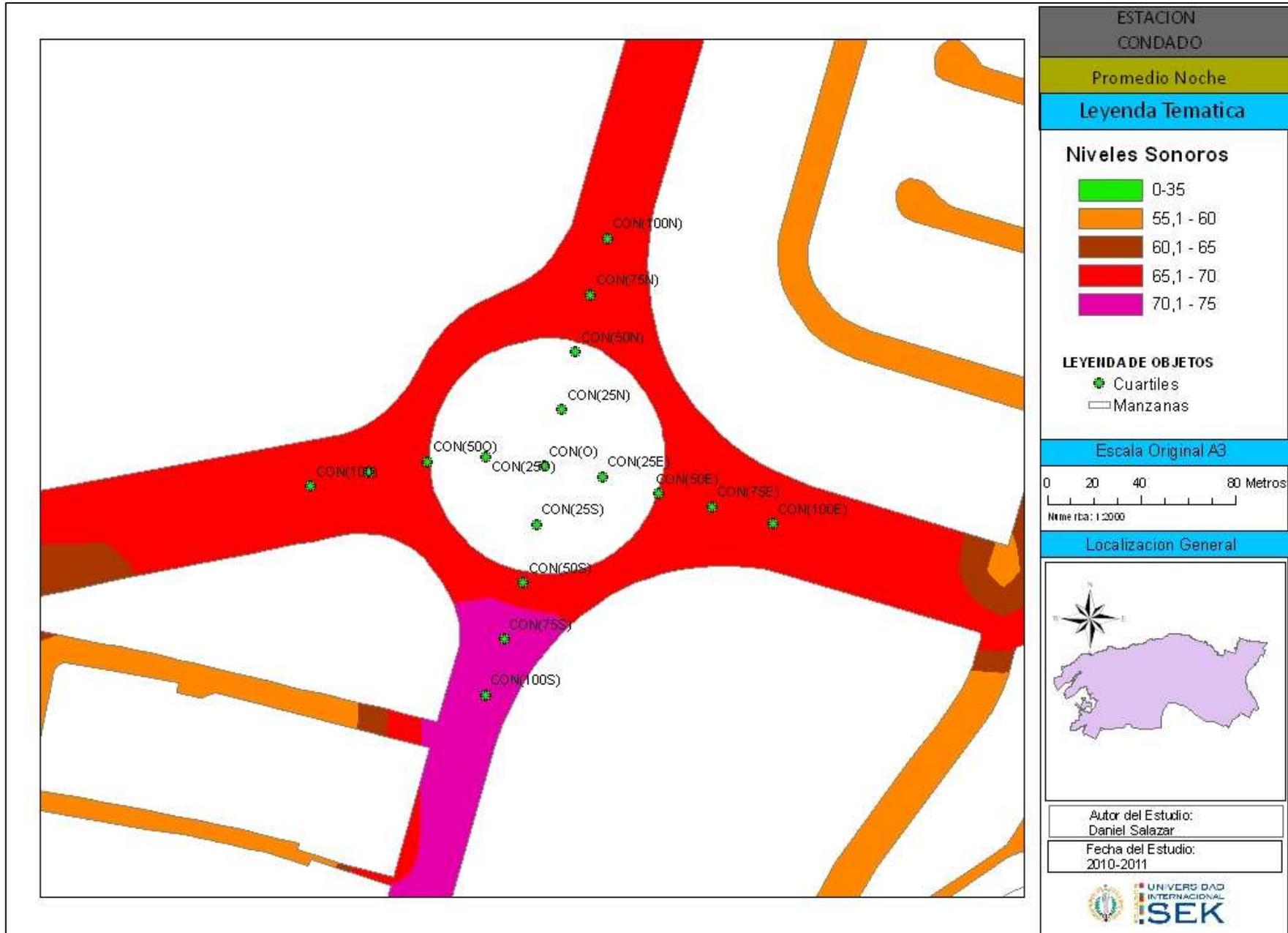
4.5.3.2 Estación Intercambiador Carcelén



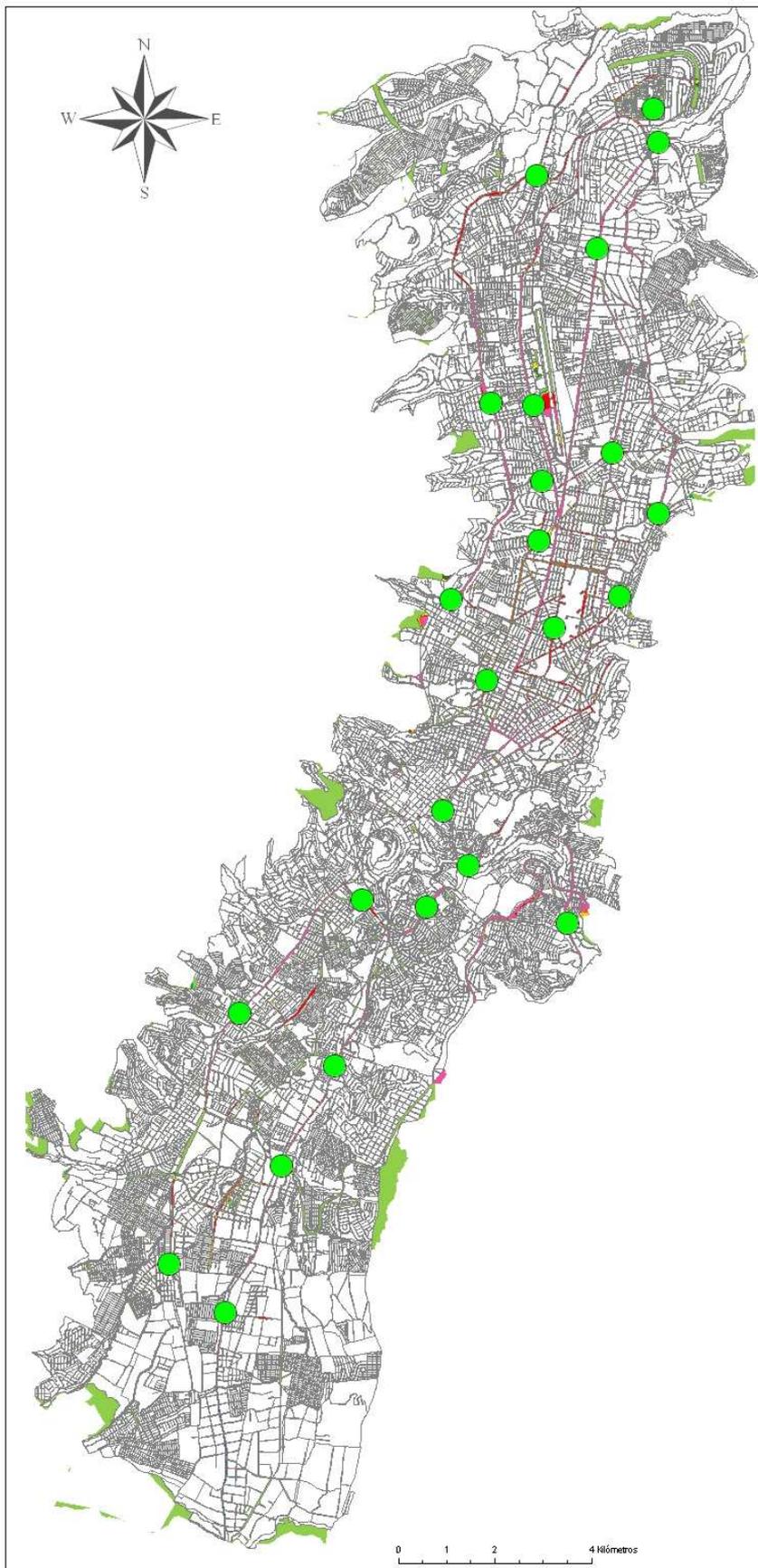
4.5.3.2 Estación Carcelén



4.5.3.3 Estación Condado



4.5.3.4 Mapa General Noche.



MAPA DE RUIDO AMBIENTAL NOCHE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.

Leyenda Temática

Leyenda temática

- 0 - 35
- 35,1 - 40
- 40,1 - 45
- 45,1 - 50
- 50,1 - 55
- 55,1 - 60
- 60,1 - 65
- 65,1 - 70
- 70,1 - 75
- 75,1 - 80
- 80,1 - 130

Leyenda Simbólica

- Estaciones de Monitoreo
- Manzanas DMQ

Información Cartográfica

Escala: 1:80.000

Sistema de Coordenadas: WGS_1984

UTM: 17 SUR

Autores

- César Andrés Andrade - Zona 1
- Daniel Salazar - Zona 2
- Enrique Peña y Lillo - Zona 3
- William Ochoa - Zona 4
- Daniel Villafuerte - Zona 5

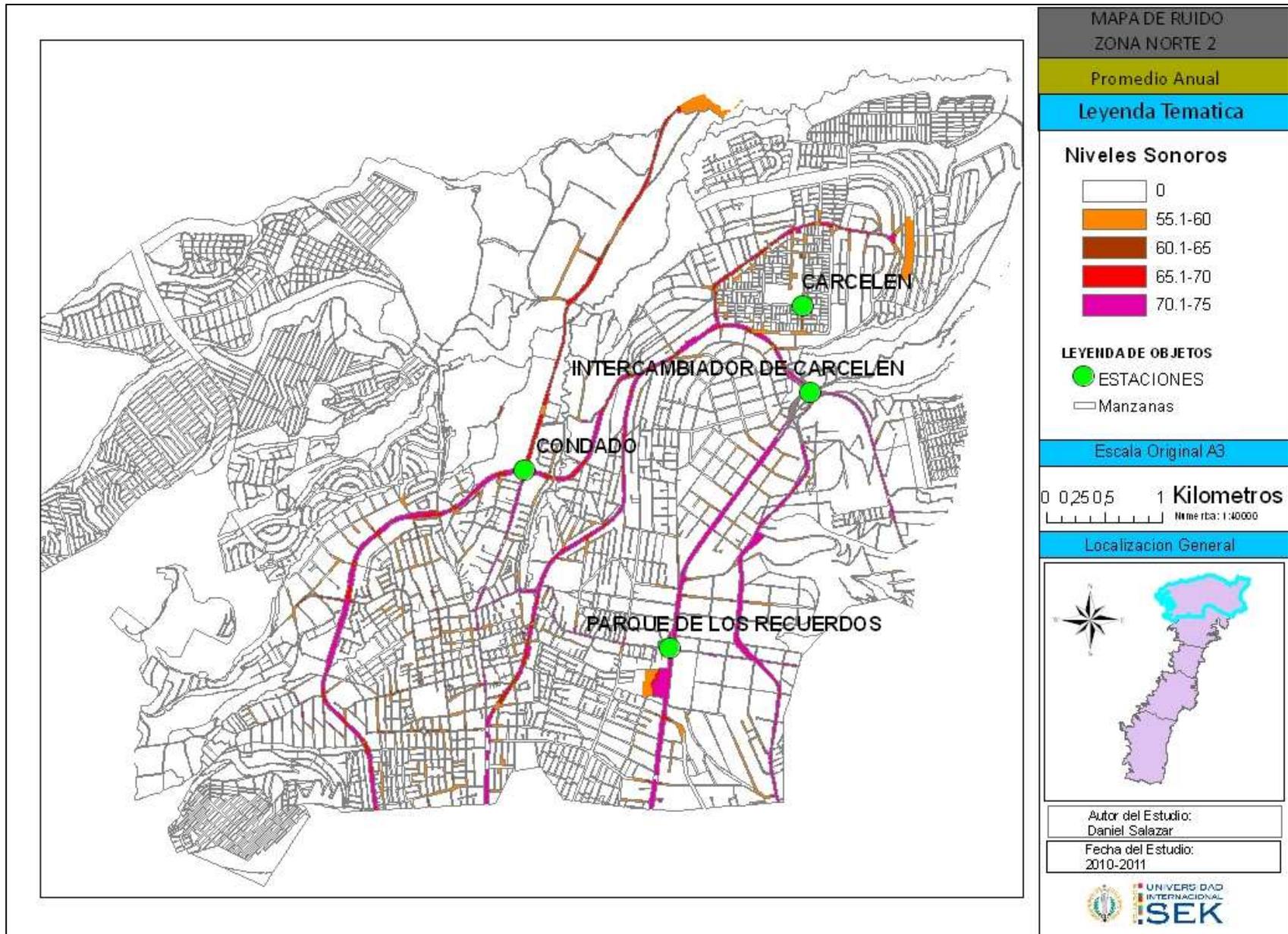
Campaña de Monitoreo

2010 - 2011

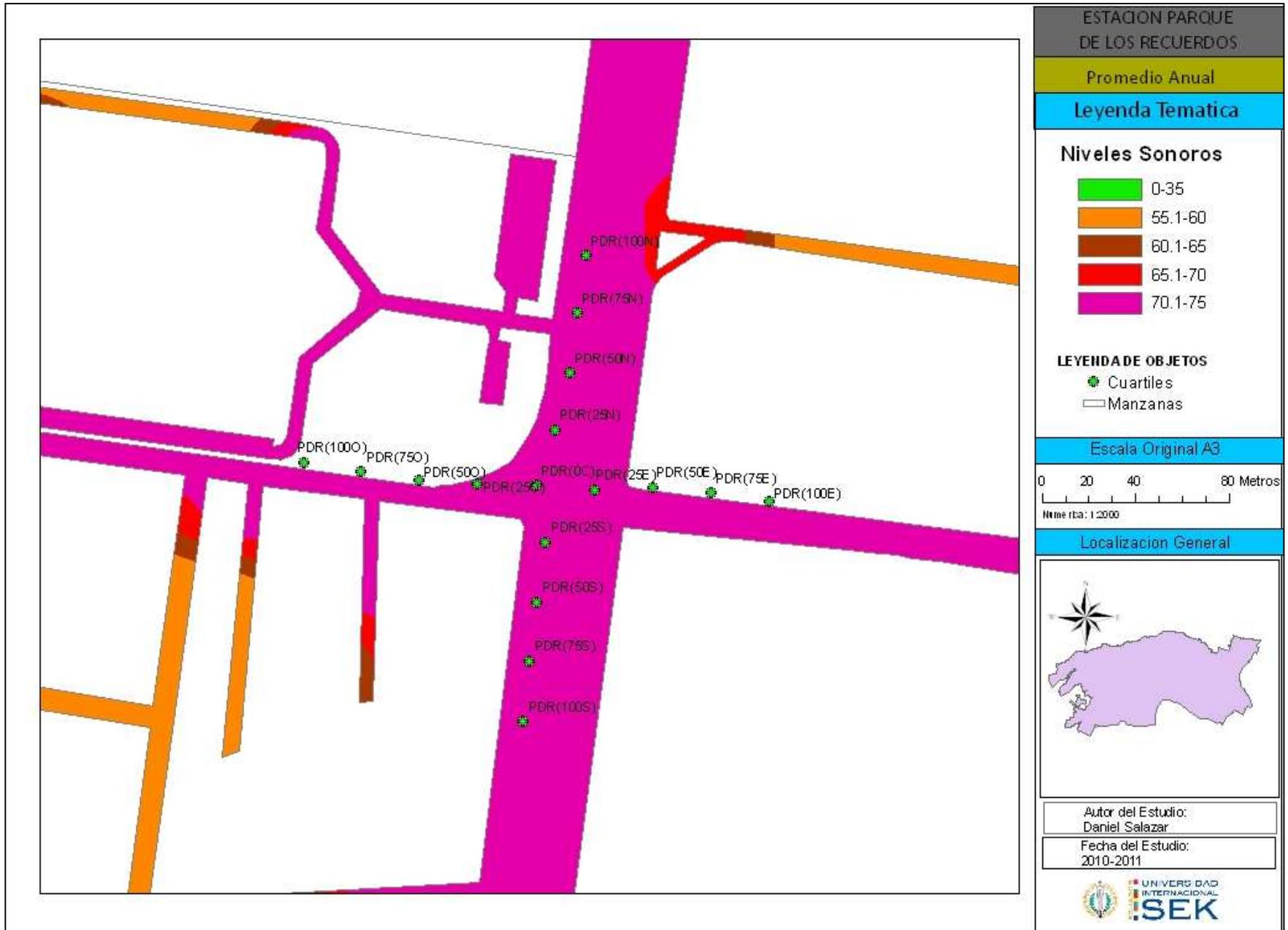
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Ciencias Ambientales
Ingeniería Ambiental

4.5.4 Mapas Anuales Zona Norte 2



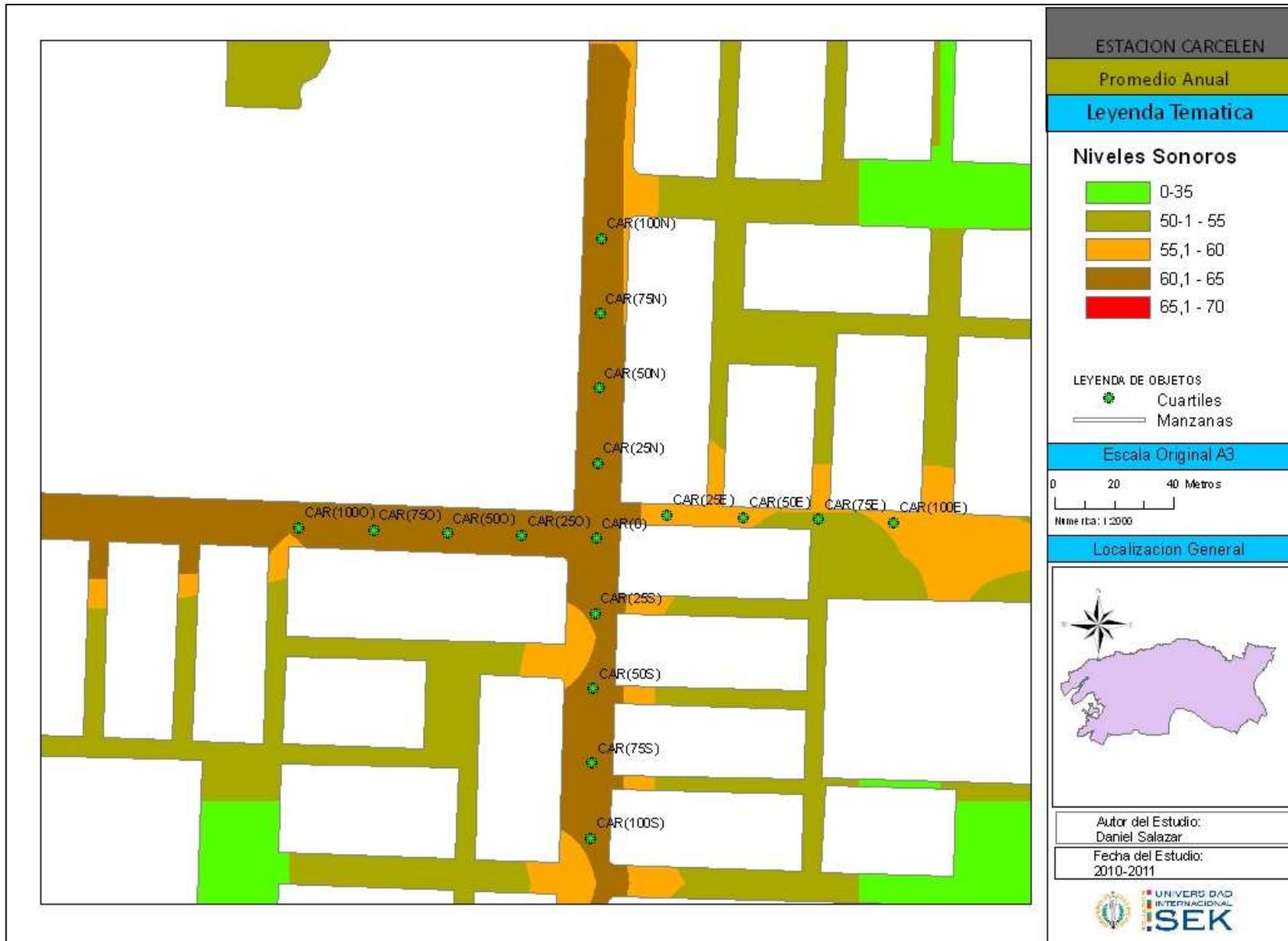
4.5.4.1 Estación Parque de los Recuerdos



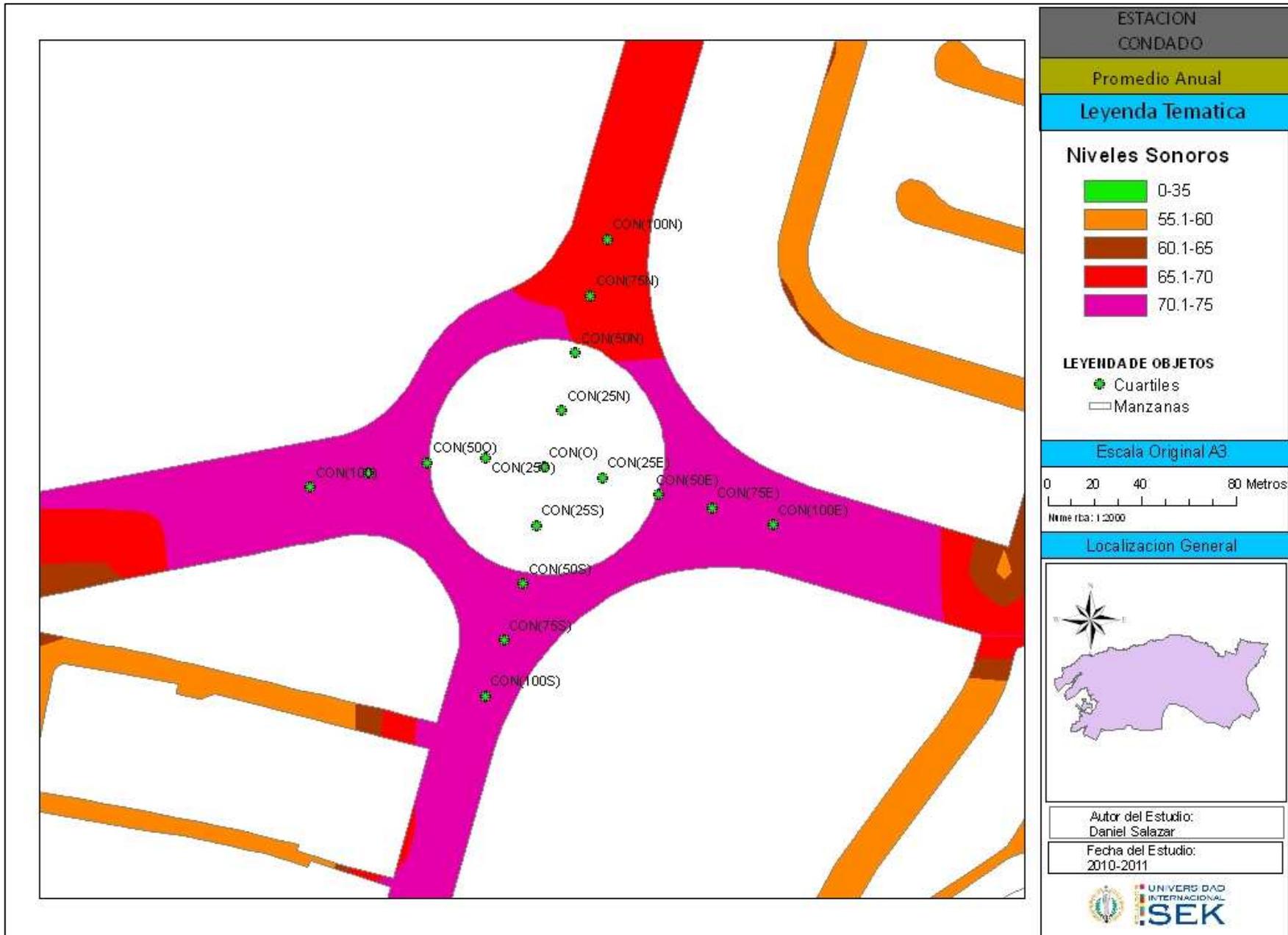
4.5.4.2 Estación Intercambiador Carcelén



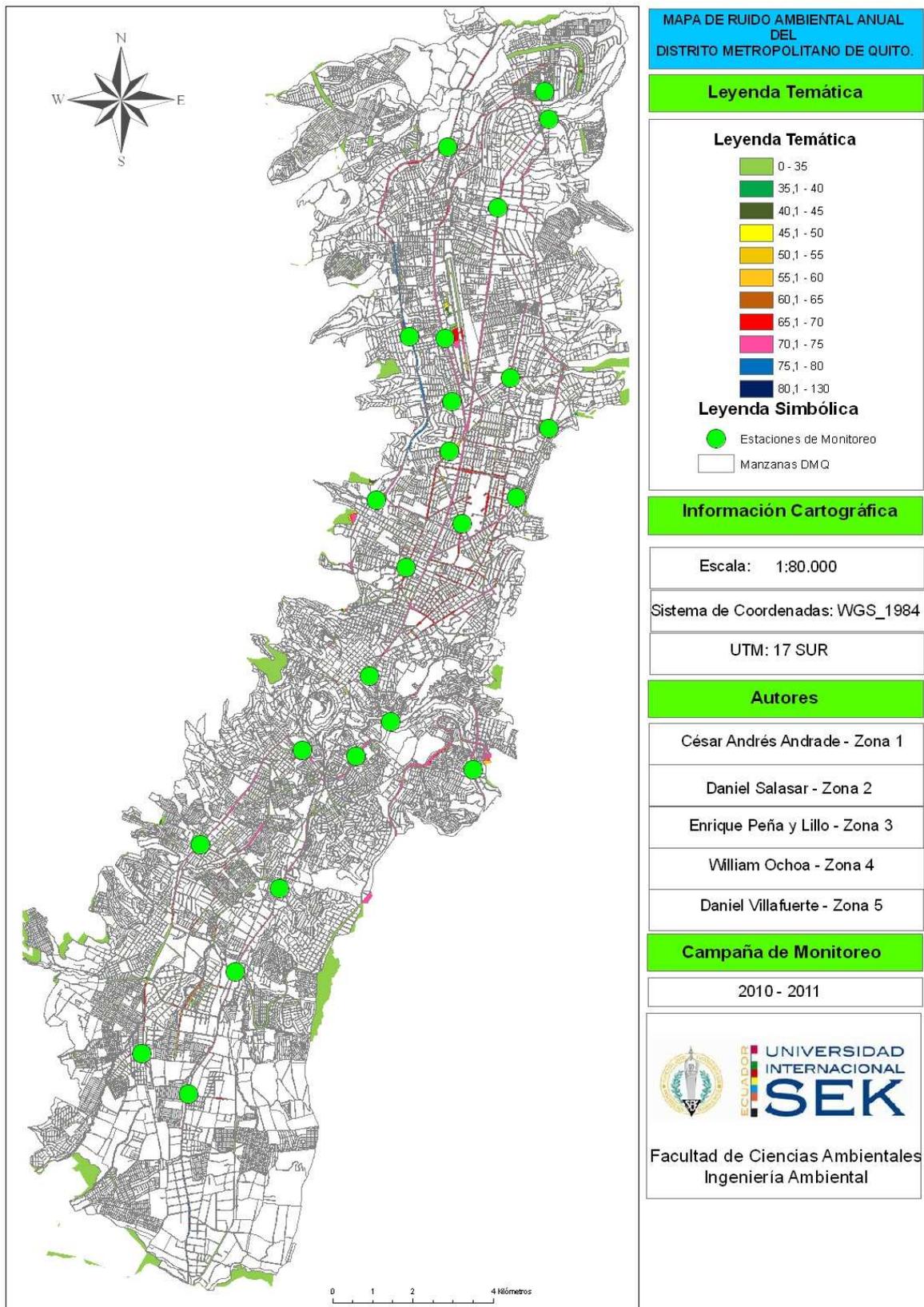
4.5.4.3 Estación Carcelén



4.5.4.4 Estación Carcelén



4.5.4.5 Mapa General Anual.



Capítulo V. Discusión de Resultados

5.1 Estación Mariscal

En esta estación se pudo determinar concentraciones de ruido, de entre 66.2 dB(A) por la mañana y 67.5 dB(A) por la noche donde, se registró la mayor concentración de ruido en un radio de 100 metros, dando un promedio total de 67 dB(A) para el periodo 2010.

En cuanto a la densidad de tránsito vehicular se obtuvo un promedio por hora de 542 livianos y 36 pesados para la mañana donde se encontró menor cantidad de flujo vehicular y 638 livianos, 54 pesados para la noche lo cual concuerda, de cierta forma, con los datos obtenidos en las mediciones de ruido.

Con respecto a los métodos numéricos utilizados para la predicción de ruido se obtuvo valores menores a lo obtenido en campo, esto se debe a que los métodos utilizados dependen exclusivamente de la cantidad de autos que no es exacta para este caso debido a dos factores, el ancho de la vía y el hecho de que esta tenga un solo sentido lo que ocasiona gran cantidad de tráfico.

Muy probablemente la ubicación de un parque (area verde) en las cercanías de la estación monitoreada produce una considerable reducción del ruido ya que la estación consta con dos intersección de considerable flujo vehicular, esto claro está, da la pauta para realizar nuevos estudios que determinan que la reducción de ruido en aéreas verde es considerable.

5.2 Estación Hospital del Seguro Social

En esta estación se pudo determinar concentraciones de ruido de entre 69.2 dB(A) para la noche y 70.5 dB(A) para la mañana, donde se registró la mayor concentración de ruido en un radio de 100 metros, dando un promedio total de 70 dB(A) para el periodo 2010.

En cuanto a la concentración de tránsito vehicular se obtuvo un promedio por hora de 732 livianos y 221 pesados para la tarde, donde se encontró menor cantidad de flujo vehicular y 2070 livianos, 262 pesados para la noche, con velocidades promedio de 42 km/h, la gran presencia de transporte pesado es una de las principales causas de las concentraciones tan altas tanto en la mañana como en la tarde es un punto de gran flujo vehicular.

Con respecto a los métodos numéricos utilizados para la predicción de ruido se obtuvo valores muy cercanos a lo obtenido en campo con el método de *Sánchez* con el método de *Corn* por lo contrario si hubo una diferencia considerable, esto se debe a que con este método el número de vehículos pesados es muy influyente en el ruido ambiental en dB(A).

5.3 Estación Alameda

En esta estación se pudo determinar concentraciones de ruido entre 66.2 dB(A) por la mañana y 67.2 dB(A) tanto por la tarde como por la noche, donde se registro la mayor concentración de ruido en un radio de 100 metros, dando un promedio total de 69.9 dB(A) para el periodo 2010.

En cuanto a la concentración de tránsito vehicular se obtuvo un promedio por hora de 926 livianos en la noche y 185 pesados para la tarde donde se encontró menor cantidad de flujo vehicular y 1356 livianos en la mañana, 231 pesados para la noche con velocidades promedio de 38 km/h.

Con respecto a los métodos numéricos utilizados para la predicción de ruido se obtuvo valores muy por encima de los experimentales, debido a que estos dos métodos, tanto el de Sánchez como el de Corto, estiman únicamente el número de autos como única fuente de ruido y no estima factores externos que pueden aumentar o reducir la concentración de ruido.

Debió a lo expuesto anteriormente, se llega nuevamente a la estimación de la presencia de un area verde mucho más extensa que en la estación Mariscal la cual puede ser la directa responsable de la considerable reducción de ruido, lo que va muy de la mano con lo expuesto en los modelos de predicción debido a eso los valores de ambos métodos son mucho mayores al no considerar la presencia del parque es necesario realizar un nuevo estudio donde se estime que tan influyente son las áreas verdes en la reducción del ruido del DMQ lo cual sería una solución a corto plazo para esta problemática.

5.4 Estación Centro

En esta estación se pudo determinar concentraciones de ruido entre 66.8 dB(A) para la noche y 67.4 dB(A) para la mañana donde se registró la mayor concentración de ruido en un radio de 100 metros, dando un promedio total de 67.2 dB(A) para el periodo 2010.

En cuanto a la concentración de tránsito vehicular en la estación Centro, esta es muy reducida, obteniendo 358 livianos por la noche y 27 pesados para la tarde donde se encontró menor cantidad de flujo vehicular y 506 livianos por la mañana, 87 pesados para la mañana también con velocidades promedio de 34 km/h.

Con respecto a los métodos numéricos utilizados para la predicción de ruido, se obtuvo valores menores a lo obtenido en campo, esto se debe a que los métodos utilizados depende exclusivamente de la cantidad de autos aunque en esta estación en particular lo que afecta en los modelos de predicción es la velocidad ya que en la estación, las velocidades son muy reducidas lo que afecta directamente la generación de ruido entre la calzada y los neumáticos de los vehículos factores que tampoco son tomados en cuenta por estos modelos.

5.5 Estación Eloy Alfaro

En esta estación se pudo determinar concentraciones de ruido entre 68.5 dB(A) para la mañana, 71 dB(A) para la noche, donde se registró la mayor concentración de ruido en un radio de 100 metros dando un promedio total de 69.5 dB(A) para el periodo 2010.

En cuanto a la concentración de tránsito vehicular se obtuvo un promedio por hora de 1143 livianos y 271 pesados para la mañana donde se encontró menor cantidad de flujo vehicular y 1313 livianos para la noche, 341 pesados para la mañana con velocidades promedio de 36 km/h, la gran presencia de transporte pesado es una de las principales causas de las concentraciones tan altas especialmente para la noche es un punto de gran flujo vehicular.

Con respecto a los métodos numéricos utilizados para la predicción de ruido por el gran flujo vehicular las concentraciones teóricas obtenidas son más altas que las obtenidas en campo sin representar estas un gran porcentaje de error.

Capítulo VI Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones:

- La metodología tanto para la recolección de datos como para la elaboración de los mapas cubrió en su totalidad todas las expectativas del estudio.
- La distribución de los puntos de monitoreo en el área de estudio ayudó a determinar zonas de calidad acústica dentro del DMQ.
- La mayor concentración de ruido se presentó en el periodo de la noche en la estación ELOY ALFARO mientras que la que menor concentración presentó fue en el periodo de la mañana en la estación MARISCAL.
- La reducción de ruido por la presencia de áreas verdes fue considerable en este estudio, como se evidenció en las estaciones Mariscal y Alameda.
- La principal fuente de ruido en el DMQ es generada por el flujo vehicular en la ciudad.
- La clasificación de vías con respecto al uso de suelo ayudó a determinar la razón por la cual ciertas zonas presentan mayor concentración de ruido que otras que tienen similar número de autos promedio.
- La clasificación de calidad acústica utilizada para este estudio determinó que el DMQ consta de concentraciones entre *aceptable* y *bueno* con concentraciones entre 66.2 dB(A) y 71 dB(A).
- La base de datos elaborada en este estudio permitirá desarrollar una cantidad considerable de estudios relacionados con la problemática ambiental ocasionada por el incontrolable y muy peligroso aumento en la contaminación acústica del DMQ.
- Se utilizaron todos los datos obtenidos desde el periodo 2009 hasta el periodo 2011 para la elaboración del mapa de ruido.
- Las herramientas que la tecnología nos ofrece permiten efectivizar la presentación de resultados.
- Se diseñó con éxito la metodología planteada para la elaboración del mapa de ruido de la red vial del DMQ con excelentes resultados.

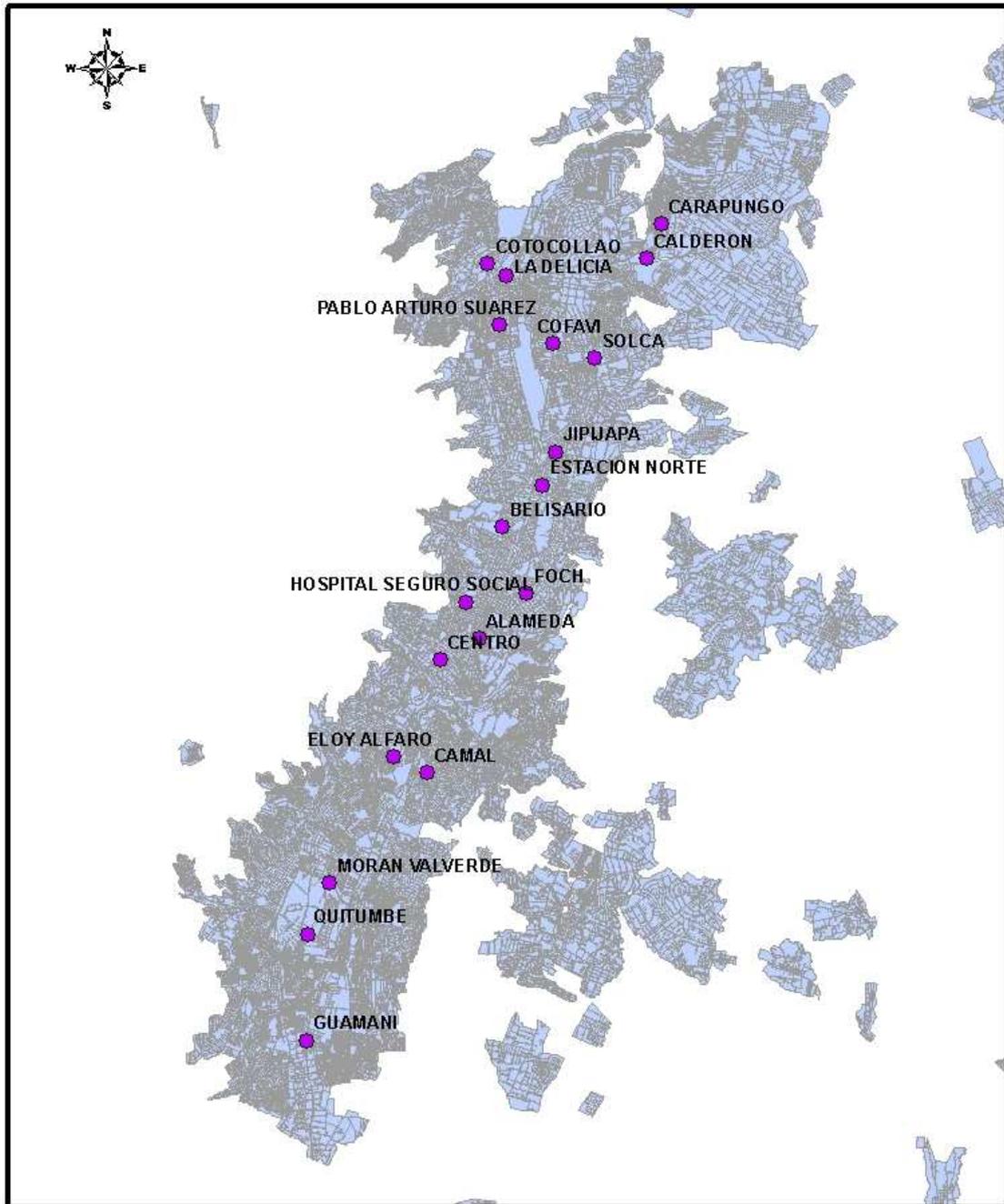
6.2 Recomendaciones:

- Sería muy importante realizar estudios que permitan conocer la importancia de zonas con áreas verdes ya que en este estudio se pudo observar la disminución de la concentración de ruido en estaciones con presencia de áreas verdes.
- Es vital contar con el equipo necesario para la elaboración de los trabajos de fin de carrera especialmente con datos e información estadística necesaria para validar la importancia de los estudios.
- Fue y será siempre muy importante el interés del cuerpo docente especialmente de los que pueden aportar con su conocimiento y experiencia al desarrollo de los estudios, así como la guía y permanente apoyo para cumplir con cada uno de los objetivos planteados.
- Es de vital importancia la capacitación en el uso de todas las herramientas que se utilicen en la elaboración de los trabajos de fin de carrera para la optimización de la calidad de estos estudios.
- Se recomienda utilizar en nuevos trabajos la metodología diseñada en este estudio debido a que demostró ser muy útil y fácil de aplicar.

ANEXOS:

Anexo 1: Distribucion de los puntos de monitoreo periodo 2009-2010

ESTACIONES MONITOREADAS



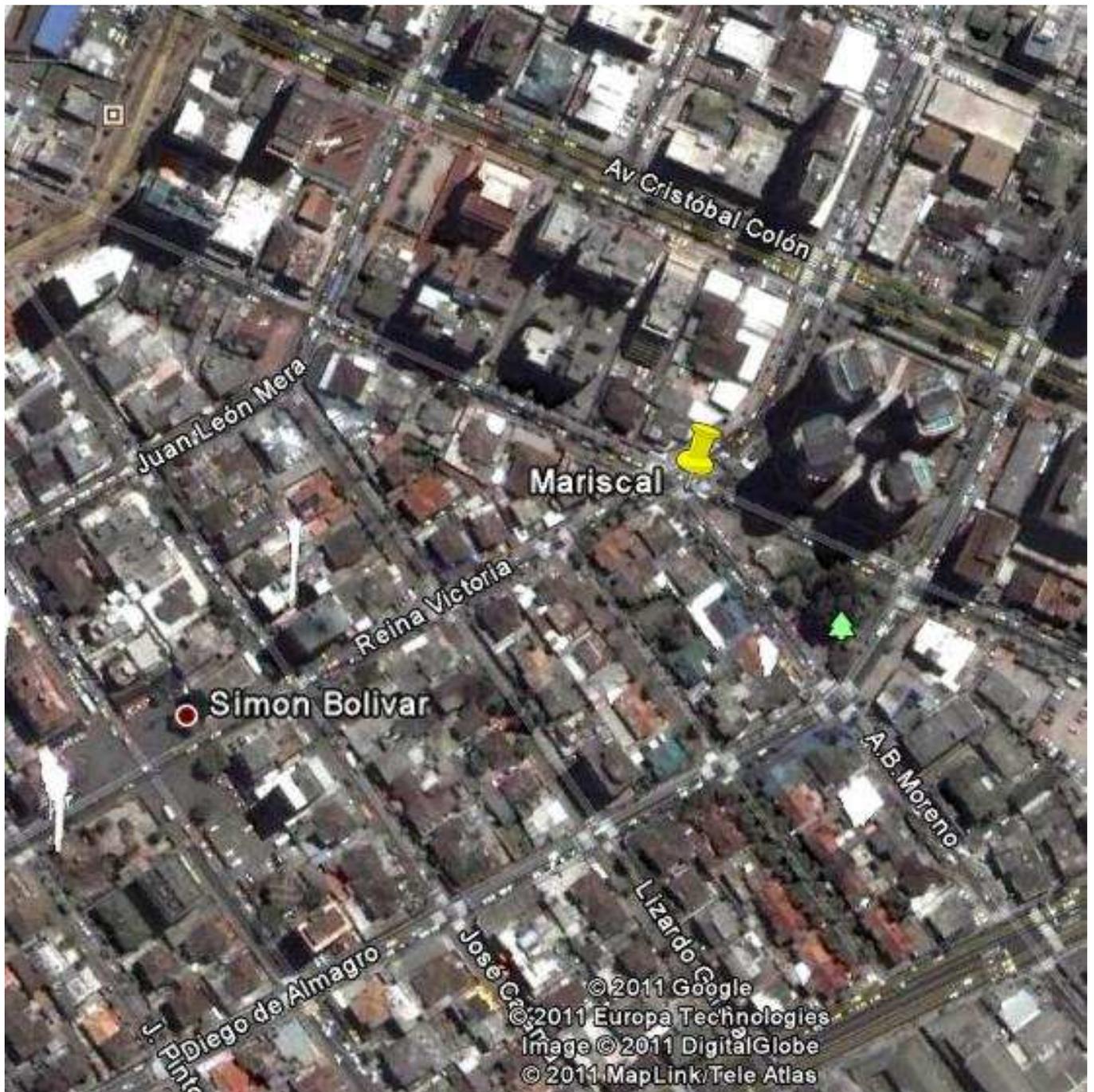
LEYENDA

● ESTACIONES

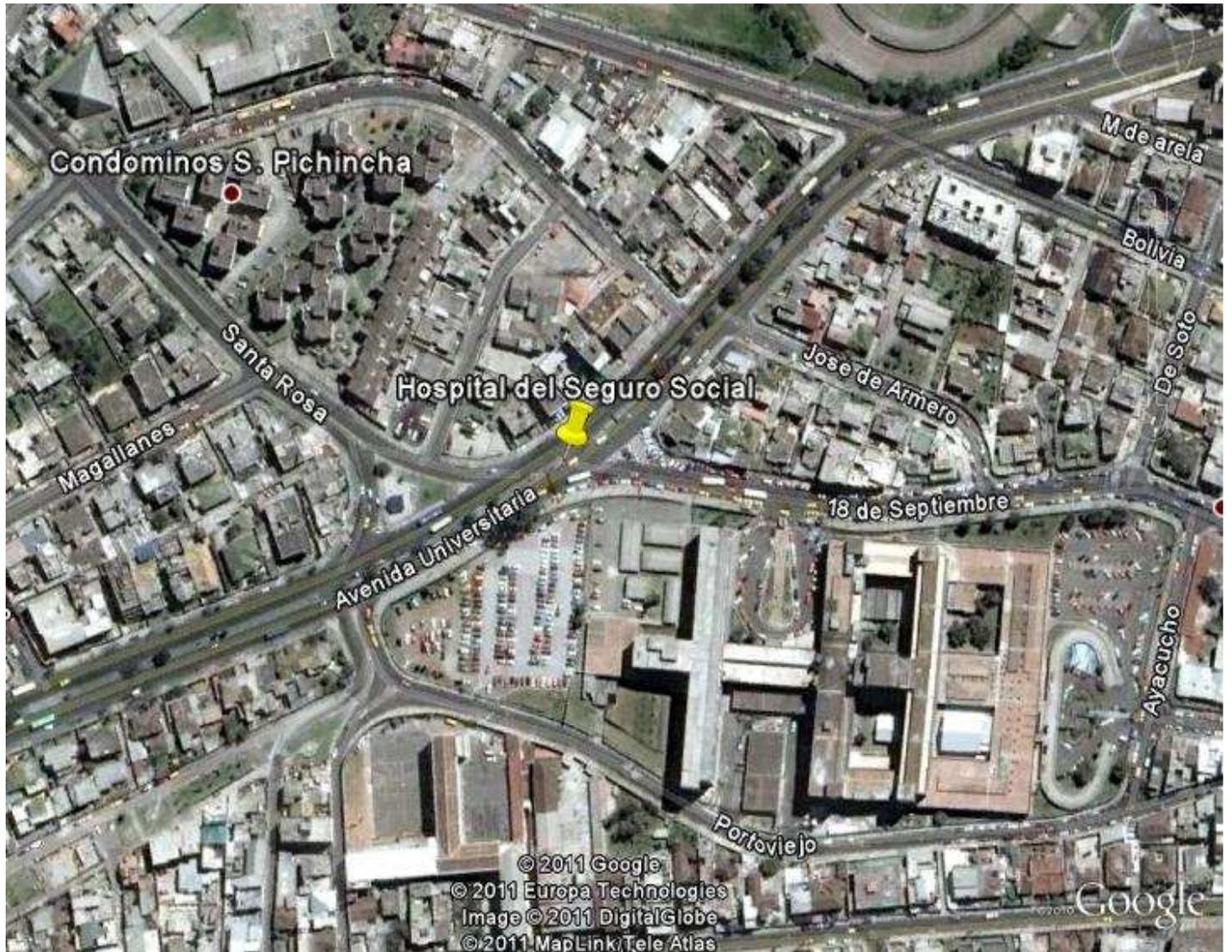
0 0.015 0.03 0.06 0.09 0.12 0.15
Kilometers

(Amores, 2010)

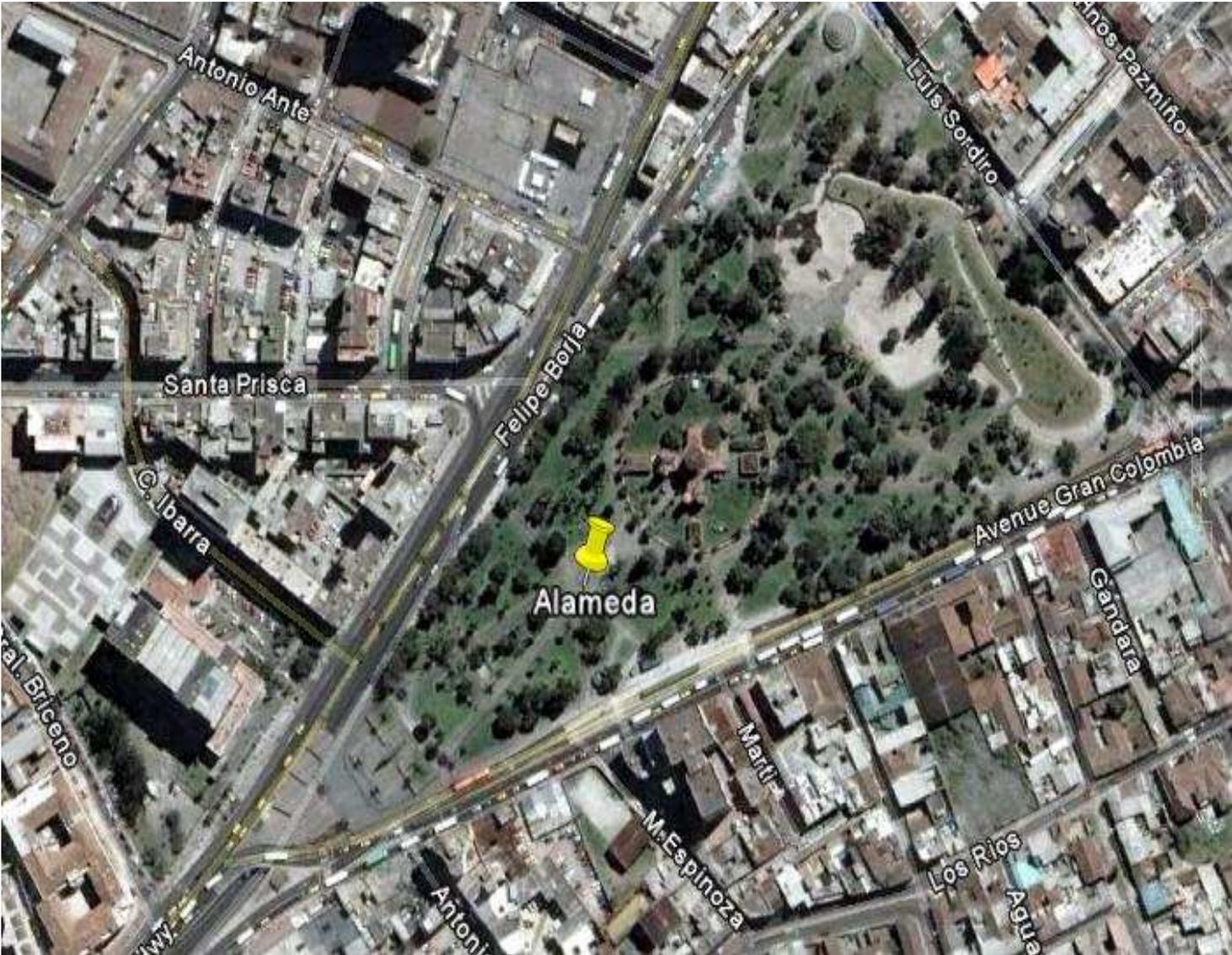
Anexo 2: Estación Mariscal



Anexo 3: Estación HSS



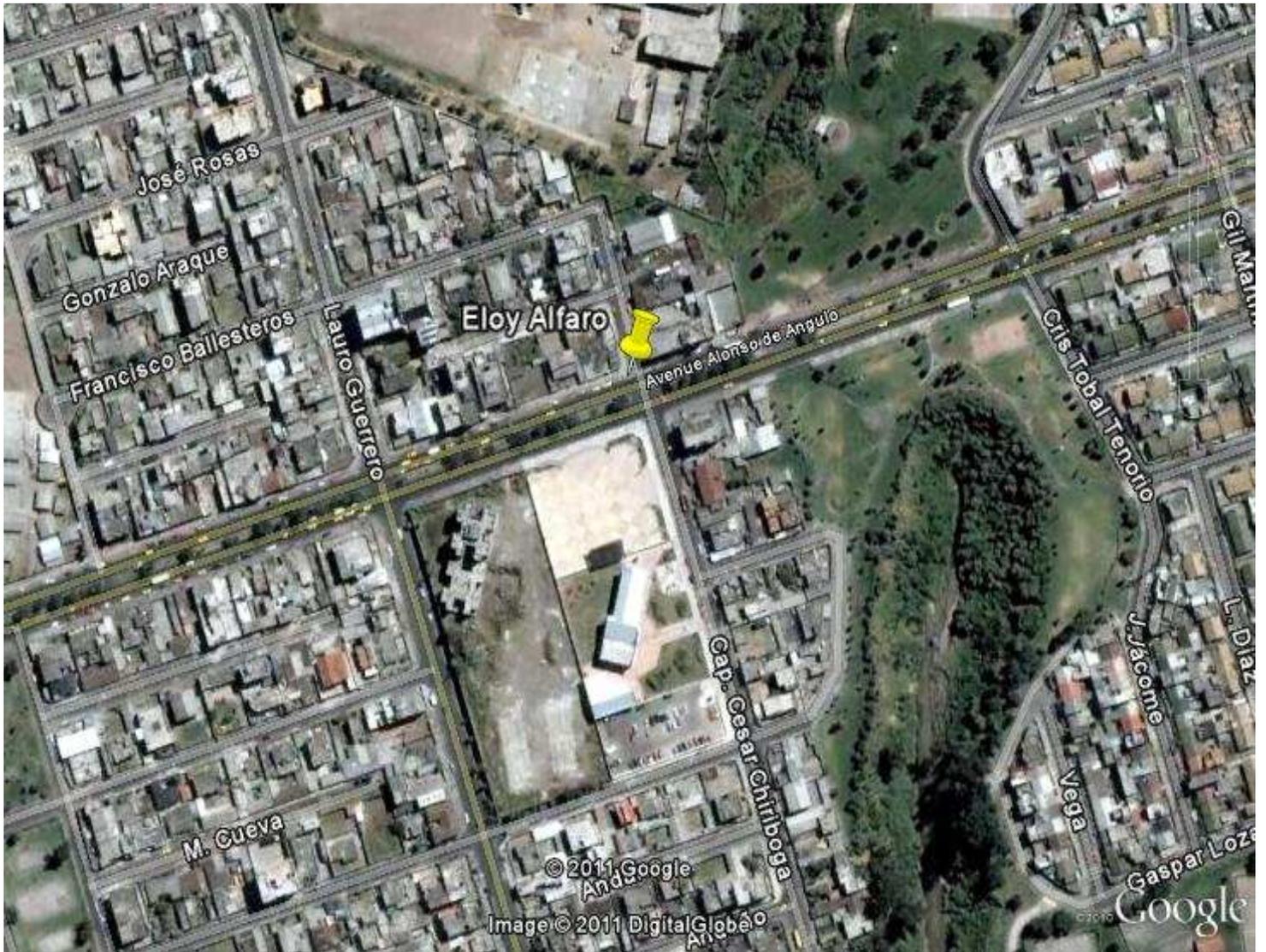
Anexo 4: Estación Alameda



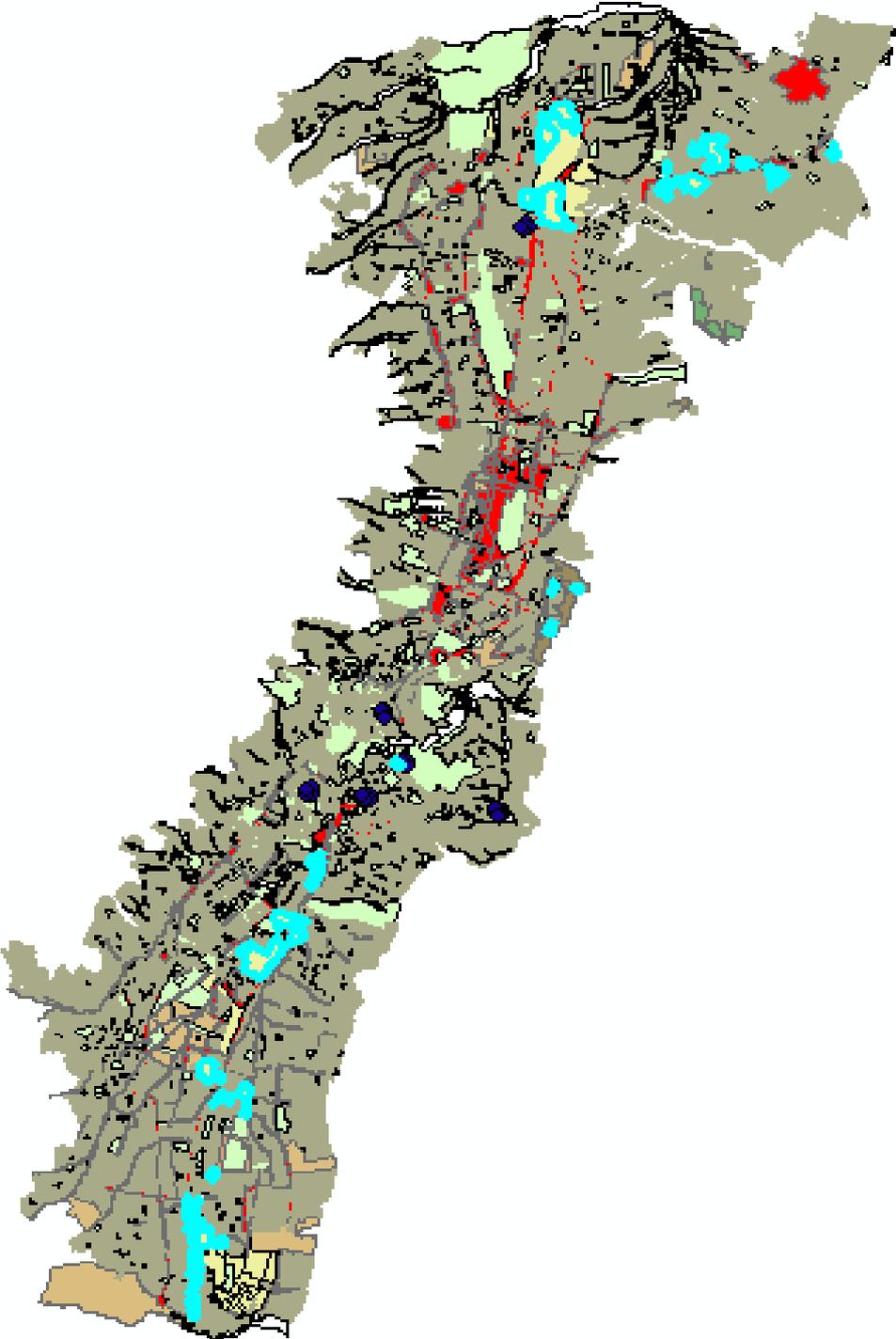
Anexo 5: Estación Centró



Anexo 6: Estación Eloy Alfaro



Anexo 7: Mapa de uso de suelo del DMQ.



(PUOS 2005)

Anexo 8: Zonas de Calidad Acústica

Tabla 4.7 Calidad Acústica para Vías Principales, Zona Norte 2

Vía	NPSeq calculado dB(A) (promedio)	Rango de NPSeq Zona de calidad acústica dB(A)	Zona de Calidad Acústica	Color
Pana. Norte	73,5	65-85	Aceptable	
La Prensa	71,5	65-85	Aceptable	
Eloy Alfaro	72,6	65-85	Aceptable	
M. Córdova Galarza	69,0	65-85	Aceptable	
J. Roldos	71,7	65-85	Aceptable	
Diego de Vásquez	72,4	65-85	Aceptable	
G. Plaza L.	73,3	65-85	Aceptable	
Giovanni Galles	72,7	65-85	Aceptable	
M. Sucre	70,2	65-85	Aceptable	
Rep. Dominicana	61,3	0-65	Bueno	
Luis Vaccari	71,6	65-85	Aceptable	
Eucaliptos	73,3	65-85	Aceptable	
Gral. J. Guerrero	62,7	0-65	Bueno	
R. Chiriboga	72,3	65-85	Aceptable	
Santa Teresa	62,1	0-65	Bueno	
Ángel Ludena	64,9	0-65	Bueno	
Rumihurco	61,7	0-65	Bueno	
R. Heredia	62,2	0-65	Bueno	
José H.	62,3	0-65	Bueno	

Figueroa				
Machala	64,0	0-65	Bueno	
Bernardo Legarda	72,3	65-85	Aceptable	
El Vergel	67,0	65-85	Aceptable	
Las Piedras	62,3	0-65	Bueno	
Alfonso del Hierro	60,8	0-65	Bueno	

(Salazar, 2011)

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar Rovira, M. d. (2005). *Definición y cálculo de la capacidad ambiental de una vía urbana*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Bartí, R. (2010). *Acústica Mediambiental* (Vol. II). Alicante: Editorial Club Universitario.
- Besnard, F., Bérengier, M., Doisy, S., Fürst, N., Hamet, J. F., Lelong, J., y otros. (2003). *The Procedure for Updating the Vehicle Noise Emission Values of the French "Guide du Bruit"*. Recuperado el 1 de Mayo de 2011, de Departamento de Servicio Técnico de Ecología, Desarrollo Sostenible, Transporte y Vivienca - Francia:
http://www.setra.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/en03_abagues.pdf
- Ministerio de Ambiente y Medio Rural y Marino Español. (2006). *Medio Ambiente en España – Ruido Ambiental*. Recuperado el 26 de Octubre de 2010, de
http://www.mma.es/secciones/info_estadistica_ambiental/estadisticas_info/memorias/2006/pdf/mem06_3_1_7_ruidoambiental.pdf
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (31 de Marzo de 2003). Texto Unificado de Legislación Secundaria. Libro VI, Anexo 5. (Edición Especial N° 2).
- Moller, R. (2006). *Transporte Urbano y Desarrollo Sostenible en América Latina: el Ejemplo de Santiago de Cali, Colombia*. Cali: Programa Editorial Universidad del Valle.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (Abril de 2007). ORDENANZA METROPOLITANA N° 213. *Norma Técnica para el Control de Ruido Causado por Fuentes Fijas y Móviles* .
- Organización Mundial de la Salud. (1999). *Guidelines for Community Noise*. Recuperado el 26 de Octubre de 2010, de <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>
- Piédrola, G. (2002). *Medicina Preventiva y Salud Pública* (Décima Edición ed.). Barcelona: Masson, S.A.
- Organización Mundial de la Salud “Occupational and community noise”, publicación, febrero 2001
- Organización Mundial de la Salud "Guidelines for Community Noise”, publicación, 1999
- Coral, Katty. 2008. Control de la contaminación por Ruido. Quito. (Documento no publicado)
- de Barrios, M., García, E., Cepeda, J., Búrdalo, G., & Fuentes, M. (2009). Aproximación a la Confección del Mapa Estratégico de Ruido de la Ciudad de León (España). León, España: Universidad de León.
- Extech Instruments Corporation. (2011). 407780: *Integrating Sound Level Datalogger*. Recuperado el 14 de Mayo de 2011, de <http://www.extech.com/instruments/product.asp?catid=18&prodid=243>

- García Sanz, B., & Garrido, F. (2003). *La Contaminación Acústica en Nuestras Ciudades*. Barcelona: Fundación "la Caixa".
- García, M. (2009). *La Contaminación por Ruido en la Ciudad de Quito. Tesis de grado previa a la obtención del título de especialista en derecho ambiental*. Universidad Técnica Particular de Loja, Quito, Ecuador.
- GARMIN. (2011). Recuperado el 14 de Mayo de 2011, de eTrex Legend®: <https://buy.garmin.com/shop/shop.do?pID=173&ra=true>
- Harris, C. M. (1995). *MANUAL DE MEDIDAS ACÚSTICAS Y CONTROL DEL RUIDO. Volumen I*. Madrid: McGraw-Hill.
- International Organization for Standardization. (2007). *ISO 1996-2. Acoustics: Description, measurement and assessment of environmental noise*. Suiza.
- Izurieta, A. F. (2009). *Elaboración de un Mapa de Ruido Ambiental y Estudio de Factibilidad de la Ubicación de los Puntos de Monitoreo para la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito, Zona 4. Trabajo de Fin de Carrera previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental*. Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador.
- Ludeña, P. (2005). *Manual para el Desarrollo de Estudios de Impacto Ambiental de Proyectos Viales*. Quito: Ministerio de Obras Públicas del Ecuador.
- Mendoza, J. A., Montañés, M. T., & Palomares, A. E. (1998). *Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.